

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ INTERACTIVA PARA EL
MANEJO DEL MEDIDOR DE ANÁLISIS DE SERVICIOS DIGITALES DSAM 2000,
EN LA RED HÍBRIDO DE FIBRA COAXIAL (HFC) DEL OPERADOR UNE EPM
TELECOMUNICACIONES S.A.

YESID FABIÁN CASTRO APERADOR

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2017

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA INTERFAZ INTERACTIVA PARA EL
MANEJO DEL MEDIDOR DE ANÁLISIS DE SERVICIOS DIGITALES DSAM 2000,
EN LA RED HÍBRIDO DE FIBRA COAXIAL (HFC) DEL OPERADOR UNE EPM
TELECOMUNICACIONES S.A.

YESID FABIÁN CASTRO APERADOR

Trabajo de grado, modalidad:
Práctica con proyección empresarial para optar al título de:
INGENIERO ELECTRÓNICO

DIRECTOR:

INGENIERO ÓSCAR FERNANDO VERA CELY

COORDINADOR:

INGENIERO ÓSCAR FERNANDO LEAL

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA ELECTRÓNICA
TUNJA
2017

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tunja, 24 de noviembre 2017

A Dios, a mis padres, a mi hermano,
docentes y compañeros que me
acompañaron en cada paso para
culminar con mi formación
académica.

AGRADECIMIENTOS

En primera instancia agradezco a Dios Padre, por lo que me ha regalado en esta vida; a mis padres, porque con esfuerzo me han dado la oportunidad de superarme a diario; a mi hermano, quien me acompañó en cada una de las etapas personales y formativas.

Agradezco al director del proyecto, el ingeniero Óscar Fernando Vera Cely, quien debido a su experiencia profesional y personal estuvo de manera comprometida con el desarrollo de este proyecto; así mismo, a cada uno de los ingenieros que pertenecen a la Escuela de Ingeniería Electrónica UPTC, quienes me guiaron y brindaron el conocimiento para este logro.

Por último, también quiero expresar mi gratitud al ingeniero Óscar Fernando Leal y a su equipo de trabajo en la empresa Redes y Edificaciones S.A. con el contrato de premisas, quienes me recibieron y ofrecieron la oportunidad de pertenecer a la empresa, así como por el aporte de su conocimiento para el desarrollo del proyecto.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

OBJETIVO GENERAL	16
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	17
2. RED HYBRID FIBER COAXIAL (HFC)	18
3. ESTÁNDAR DATA OVER CABLE SERVICE INTERFACE SPECIFICATION (DOCSIS)	28
4. IDENTIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE MEDICIÓN	31
4.1 Potencia de radiofrecuencia (RF)	34
4.2 Relación señal a ruido (S/R)	34
4.3 Tasa de error de modulación (MER) y tasa de error de BIT (BER), para asegurar la calidad de las señales digitales	37
4.4 Tipos de modulación: <i>up link</i> y <i>down link</i>	37
4.5 Barrido en frecuencia desde los 5 MHz HASTA LOS 860 MHz	39
4.6 Prueba de ingresos en banda del retorno (5 MHz Y 42 MHz) para garantizar la red de acceso al abonado	41
4.7 Análisis de espectro	42
4.8 Búsqueda de ingresos	42
4.9 Prueba DOCSIS	44
5. DESARROLLO DE LA INTERFAZ INTERACTIVA	49
6. RESULTADOS	58
7. CONCLUSIONES	61
8. RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFIA	64

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Estándar Docsis..... 29

Tabla 2. Parámetros básicos..... 34

Tabla 3. Cadena de 8 bits..... 39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ancho de banda de la red HFC.....	18
Figura 2. Arquitectura HFC (Hybrid Fiver Coaxial)	20
Figura 3. Conexión de anillo síncrono.....	20
Figura 4. CDI's de la cabecera local ubicada en Timiza Bogotá.	21
Figura 5. Estructura de fibra óptica para redes externas.....	22
Figura 6. Conexión en serie de nodos ópticos	22
Figura 7. Nodo óptico eléctrico	23
Figura 8. Transmisor óptico y circuito eléctrico.	23
Figura 9. Receptor óptico y circuito eléctrico.....	24
Figura 10. Estructura de cable coaxial.	24
Figura 11. Multitap de 2 entradas y 8 salidas.....	25
Figura 12. Representación simbólica de la estructura de red HFC.....	26
Figura 13. Filtro pasa altos (HPF 5-42 MHZ).....	27
Figura 14. Partes del DSAM 2000.....	30
Figura 15. Conexión de DSAM a la red HFC.....	31
Figura 16. Botones de acción del DSAM2000.....	32
Figura 17. Ajuste de barrido completo en el DSAM.....	33
Figura 18. Exploración completa del DSAM 2000	33
Figura 19. Visualización de datos para toma de niveles de potencia canal análogo..	35
Figura 20. Visualización de datos para toma de potencia canal digital.....	36
Figura 21. Test de relación señal a ruido	37
Figura 22. Mer y Ber registrados en el DSAM 2000.	39
Figura 23. Distribución del espectro para portadoras Forward.	40
Figura 24. Barrido de frecuencia en TAP.	40
Figura 25. Distribución de espectro para Reverse.	41
Figura 26. Búsqueda de ingresos en DSAM.	42
Figura 27. Búsqueda de ingresos a los 34.5MHz.....	43
Figura 28. Búsqueda de ingresos con ruido.....	44
Figura 29. Edición de canales en DSAM.....	45
Figura 30. Configuración de estándar DOCSIS.....	45
Figura 31. Paso uno para enganche en prueba DOCSIS.....	46
Figura 32. Paso cuatro para enganche en prueba DOCSIS.....	46
Figura 33. Resumen de prueba DOCSIS 3.0.	47
Figura 34. Resumen de prueba DOCSIS 2.0.....	47
Figura 35. Diagrama de flujo.....	48
Figura 36. Diseño de interfaz en HTML5.....	59
Figura 37. Partes del DSAM 2000 Virtual.....	50
Figura 38. Medida de nivel el DSAM virtual.	51
Figura 39. Nivel de potencia en canal análogo DSAM virtual.	52
Figura 40. Nivel de potencia en canal digital en DSAM virtual.	52
Figura 41. Medida de barrido completo DSAM virtual.	53
Figura 42. Función de exploración completa en canal análogo en DSAM virtual.	53
Figura 43. Medida DOCSIS en DSAM virtual.....	54
Figura 44. Plan de canales para prueba DOCSIS en DSAM virtual.	54

Figura 45. Configuración versión DOCSIS para prueba DOCSIS en DSAM virtual.....	55
Figura 46. Configuración paso uno prueba DOCSIS en DSAM virtual.	55
Figura 47. Configuración paso cuatro para prueba DOCSIS en DSAM virtual.	56
Figura 48. Resumen prueba DICSIS 3.0 DSAM virtual.	56
Figura 49. Función búsqueda de ingresos en DSAM virtual.	57
Figura 50. Gráfico de búsqueda de ingresos en DSAM virtual.	57
Figura 51. Primera Capacitación.....	58
Figura 52. Seguimiento a Técnicos Capacitados.....	59
Figura 53. Carta de finalización del proyecto.....	60

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Manual instalación redes abonado HFC.....	27
Anexo 2. Tecnico 2 News_213_Docsis.....	29
Anexo 3 . Medición de Potencia UTN.....	35
Anexo 4. Capacitaciones Dictadas.	58

GLOSARIO

HYBRID FIBER COAXIAL (HFC): es un término que define una red que incorpora tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha. Permite el acceso a internet de banda ancha utilizando las redes CATV existentes¹.

CABLE MODEM TERMINATION SYSTEM (CMTS): dispositivo electrónico, generalmente ubicado en la cabecera local de la red, encargado de brindar los servicios de internet, televisión y telefonía IP en redes HFC.

OPTICAL DISTRIBUTION FRAME (ODF): dispositivo electrónico que distribuye la tecnología óptica “fibra óptica” acoplada a la red HFC.

ABONADO O DISPOSITIVO FINAL: hace referencia a los dispositivos que se quedan en el hogar, destinados a realizar la interpretación y decodificación de los servicios que se proveen de internet, televisión y telefonía.

DIGITAL SUBSCRIBER LINE ACCESS MULTIPLEXER (DSLAM): dispositivo electrónico ubicado en la cabecera local de la red, asignado a la distribución de los servicios de datos, televisión y telefonía en la red de cobre.

COMMUNITY ANTENNA TELEVISION (CATV): servicio que ofrece transferencia de imágenes de televisión a domicilios abonados.

DOWNSTREAM: canal de transmisión de datos direccionados desde el servidor hasta el usuario.

UPSTREAM: canal de transmisión de datos direccionados desde el usuario hasta el servidor.

¹ ROJAS GIRALDO, Michael Alejandro, Sistemas de gestión de niveles de potencia de transmisión de señal CATV, (En línea). 2009. (Consultado el 15 de abril de 2017). Disponible en : <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/332/Rojas_Giraldo_Michael_Alejandro_2009.pdf?sequence=1>

FORWARD: hacia adelante, en sistemas de televisión por cable (CATV) se utiliza para hablar de la señal que se lleva hasta los usuarios.

INTERNET PROTOCOL (IP): protocolo para la comunicación en una red a través de paquetes conmutados, es principalmente usado en internet.

FIBRA ÓPTICA: la fibra óptica es un medio de transmisión, empleado habitualmente en redes de datos y telecomunicaciones, consistente en un hilo muy fino de material transparente, vidrio o materiales plásticos, por el que se envían pulsos de luz que representan los datos por transmitir².

CABLE COAXIAL: este tipo de cable está compuesto de un hilo conductor central de cobre rodeado por una malla de hilos de cobre. El espacio entre el hilo y la malla lo ocupa un conducto de plástico que separa los dos conductores y mantiene las propiedades eléctricas. Todo el cable está cubierto por un aislamiento de protección para reducir las emisiones eléctricas³.

BIDIRECCIONALIDAD: se refiere a la comunicación que se realiza en ambos sentidos; los dispositivos son capaces de ser transmisor y receptor.

RADIO FRECUENCIA (RF): son ondas electromagnéticas que viajan a la velocidad de la luz en el espacio libre. Se generan cuando una corriente alterna pasa a través de un conductor. Las ondas se caracterizan por sus frecuencias y longitudes. La frecuencia se mide en hercios (o ciclos por segundo) y la longitud de onda se mide en metros (o centímetros)⁴.

TIGHT BUFFER: Tipo de fibra óptica, compuesta por poliestireno, la cual se caracteriza por ser de amortiguamiento.

² CHOMYCZ, Bob. Capítulo 1 Reseña. En : Instalaciones de fibra óptica: fundamentos, técnicas y aplicaciones. (En línea). McGraw-Hill Serie de telecomunicaciones. 1998. (Consultado el 13 de abril de 2017). Disponible en : <https://books.google.com.co/books?id=oOkkOwAACAAJ&dq=fibra+optica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjCh9WT39TUAhWFPCYKHTcyBIAQ6AEIKjAB>

³ UNIVERSIDAD DEL AZUAY. Medios de transmisión. Cable coaxial. (En línea). Cuenca, Ecuador. s.f. (Consultado el 13 de abril de 2017). Disponible en : http://uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/cabcoax.htm

⁴ TELECTRÓNICA. ¿Cómo funciona la radiofrecuencia? (En línea). 2016. (Consultado el 13 de abril de 2017). Disponible en : <http://telectronica.com/como-funciona-la-radiofrecuencia/>

HIGH PASS FILTER: Dispositivo electrónico capaz de atenuar las frecuencias bajas de radio frecuencia, y permitiendo las frecuencias altas.

VOZ ON INTERNET PROTOCOL (VOIP): Protocolo definido para la transmisión de voz a través de los datos de internet.

VIDEO ON DEMAND (VOD): Sistema de televisión que permite al usuario acceder a contenido multimedia ofrecidos por el operador, a través de dispositivos móviles.

RESUMEN

Este documento describe la manipulación que se debe tener en cuenta al momento de realizar el registro de parámetros de potencias, ruido, flujo de datos, entre otros, por medio del equipo de medición DSAM 2000 en la red HFC que la empresa Redes y Edificaciones S.A. utiliza en la instalación y soporte para brindar los servicios de internet, televisión y telefonía por parte de UNE EPM Telecomunicaciones S.A.

Así mismo expone un diseño virtual del dispositivo, realizado y puesto a prueba mediante aplicaciones web, con el fin de brindar soporte al personal técnico y de capacitación, encargado de manipular dicho dispositivo, para que sea operado de manera interactiva por todo el personal, previniendo posibles errores de configuración y calibración de manera física. Además, de optimizar y garantizar el proceso de mediciones, evitando a su vez que el personal de capacitación tenga que trasladarse hasta el punto más cercano de la red HFC para dar indicaciones acerca del funcionamiento del equipo y los parámetros de medición en campo.

Hibryd Fiber Coaxial (HFC), Equipo de medida, registro de parámetros, interfaz interactiva, soporte de capacitación.

INTRODUCCIÓN

REDES Y EDIFICACIONES S.A. (RYE S.A.) es una empresa creada en 1995 en la Bogotá D.C., la cual, bajo fuertes valores de compromiso y dedicación, brinda consulta, interventoría, construcción y mantenimiento de obras civiles y telecomunicaciones.

Actualmente se encuentra presente en Barranquilla, Bucaramanga, Barrancabermeja, Cartagena, Cúcuta, Medellín, Montería, Valledupar, Sincelejo y Bogotá, ofreciendo los servicios en la ejecución y supervisión en proyectos de telecomunicaciones a diferentes entidades como: UNE, ETB, TRANSMILENIO, ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C., ACUEDUCTO DE BOGOTÁ, UNIVERSIDAD NACIONAL, FONDO FINANCIERO DE PROYECTOS DE DESARROLLO Y SEMAFORIZACION BOGOTÁ.

Con el fin de brindar un servicio de óptima calidad y cumplir con el objetivo de ser una de las quinientas mejores empresas en el ámbito nacional en el año 2019, la empresa REDES Y EDIFICACIONES S.A. implementa mecanismos que mejoran las técnicas de instalación, reparación y construcción de las redes de sus clientes.

Por esta razón se hace necesario desarrollar herramientas que permitan apoyar el proceso de capacitación al cuerpo técnico y, de esta manera, mejorar la manipulación y la calidad del trabajo en cada uno de los proyectos, especialmente en los de enfoque en telecomunicaciones, donde se requieren realizar mediciones a la red para garantizar el buen funcionamiento de los servicios.

En tal sentido, el desarrollo del proyecto se centra en el manejo del instrumento de medición DSAM 2000, mediante el establecimiento de características generales, específicas, formas correctas de manejo para garantizar niveles adecuados de trabajo, identificación de los datos que el dispositivo arroja, reconocimiento de protocolos de trabajo y las diferentes pantallas e interfaces que se presentan en el momento de ser utilizado. Además, se desarrolla una interfaz gráfica interactiva, que explica el manejo del instrumento de medición DSAM 2000.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar e implementar una interfaz gráfica interactiva, que facilite el uso del equipo de medida DSAM 2000 por parte del cuerpo técnico en la corrección de fallos de la red de acceso, para la prestación de los servicios de telecomunicación ofrecidos por la empresa UNE EPM TELECOMUNICACIONES S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conceptuar la infraestructura, los parámetros y los procedimientos de medición en niveles adecuados de la red HFC implementada por parte de la empresa REDES Y EDIFICACIONES S.A.
- Establecer una interfaz interactiva que permita el manejo adecuado del equipo de medida de servicios digitales DSAM 2000.
- Validar la interfaz interactiva con el personal técnico, verificando protocolos y procedimientos que garanticen niveles adecuados de servicio de la señal en la red HFC.
- Relacionar el procedimiento de manejo de la interfaz a través del manual del usuario, que sirva como base para posteriores capacitaciones del personal técnico en la empresa.

1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa REDES Y EDIFICACIONES S.A. (RYE S.A.) es una entidad privada que presta los servicios de consultoría, interventoría, construcción y mantenimiento a diferentes proyectos de obras civiles y de telecomunicaciones en Colombia.

En Bogotá D.C., la empresa se encuentra estructurada por dos grandes contratos: externo (infraestructura) e interno (premisas). Los dos procesos son los encargados de realizar el montaje específico de la arquitectura de la red HFC para el préstamo de servicios de telefonía, televisión e internet, en la zona sur de la capital; es decir, en el sector comprendido desde la calle 26 o avenida El Dorado hasta las localidades ubicadas en el sector sur de la ciudad.

Mediante el contrato de infraestructura se realizan las obras civiles externas que la red de telecomunicaciones UNE requiere para el préstamo de los servicios —esto se refiere a la estructura y disposición de los equipos ubicados en las zonas urbanas de la ciudad— e, igualmente, se lleva a cabo la construcción y el mantenimiento de las cabeceras regionales, locales, anillos de red y nodos de fibra.

Con el contrato de premisas se hace la conexión y el mantenimiento de la red de abonado, que está comprometida desde el *tap* de distribución de la red y los dispositivos finales del usuario, teniendo en cuenta dispositivos como *routers*, decodificadores, *switches* y elementos pasivos que permiten la interconexión y distribución de la señal, junto con su respectiva adecuación y configuración. Vale anotar que ofrece total cobertura en la zona asignada de Bogotá D.C.

Actualmente, el proceso de premisas cuenta con dos herramientas de análisis y medición de servicios digitales, el DSAM 2000 y el TRILITHIC, dispositivos que son utilizados para garantizar niveles de potencias de radiofrecuencia adecuadas de trabajo, posibles señales de ruido interferentes, modulación de error radial y tasa de error en bits transmitidos, verificación del espectro utilizado, acceso al abonado, frecuencia de sincronización y prueba de conectividad.

El dispositivo de medición DSAM 2000 es la herramienta más utilizada y trabajada en la empresa por parte de los tecnólogos y técnicos, gracias a las altas funciones que el dispositivo ofrece a un bajo costo.

2. RED HYBRID FIBER COAXIAL (HFC)

Es una topología de red que combina las características de la fibra óptica monomodo y cable coaxial RG6. Reúne las particularidades propias de cada una de las tecnologías implicadas con los dispositivos adecuados de la recepción y transmisión; y cada una de las estaciones (cabecera regional, cabecera local, central de distribución, nodo óptico, amplificador y multitaip), en las que los datos son adaptados e interpretados, para ofrecer una óptima calidad y excelente cubrimiento en el flujo de datos a grandes distancias, abarcando mayor cantidad de usuarios por zona.

A diferencia de las demás tecnologías, esta red presenta un gran ancho de banda (50 MG Hz) en la última milla a un bajo costo. En la Figura 1 se puede observar que, por medio de una infraestructura de fibra óptica, hasta la última milla el ancho cumple a satisfacción con la velocidad ofrecida por parte del operador, de mismo modo la red coaxial presenta características propias principalmente por su impedancia en distancias mayores a 60 Km solucionando el problema que se presenta con las anteriores tecnologías implementadas hoy en día.

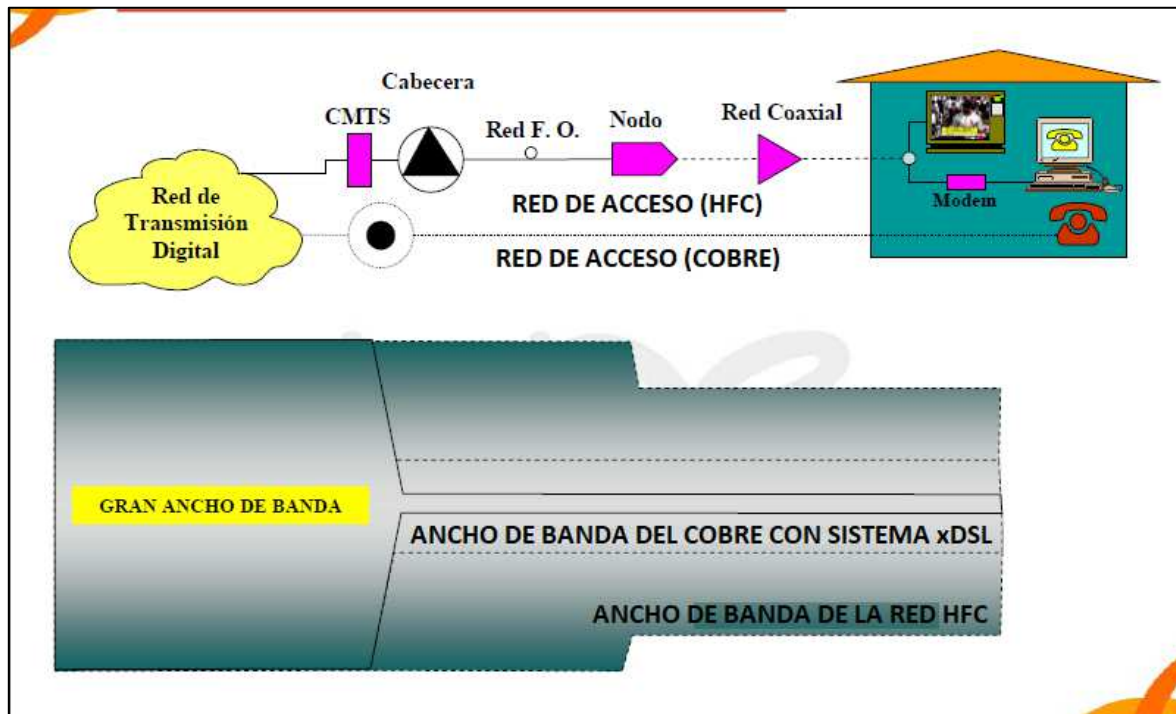


Figura 1. Ancho de banda de la red HFC.

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

Otras características que ofrece HFC son:

- Bidireccionalidad
- El ancho de banda es administrado por el operador
- Cascadas de amplificadores más reducidas
- Optimo desempeño de los equipos a trabajar
- Interferencia de ruido o distorsiones despreciables
- Sistemas de alimentación centralizados
- Escalabilidad de plataforma
- Integración de redes y servicios
- Ancho de banda distribuido
- Mantenimientos más estrictos

Gracias a la arquitectura que tiene esta red, se logra cubrir hasta 500 usuarios por nodo óptico sin necesidad de realizar la amplificación o reconstrucción de la señal. Así mismo, debido al cable coaxial presenta la característica de tener una impedancia 75Ω ohm a una distancia no mayor a 60 Km, el ancho de banda no se ve afectado en mayor proporción.

La red está compuesta por una cabecera nacional ubicada en la ciudad de Medellín, encargada de transmitir los datos dependiendo de la solicitud del usuario o abonado.

Esta red es multiplexada y distribuida, lo que permite la conexión de manera simultánea en los diferentes equipos conectados a la red, de manera bidireccional, cabeceras locales encargadas de distribuir y alojar multiplexores, CMTS, ODF, centros intermedios de distribución, transmisores y receptores ópticos, capaces de interpretar las señales ópticas que transportan los datos.

Además, exteriormente se encuentran los nodos ópticos, los cuales son los receptores y transmisores encargados de transformar e interpretar las señales ópticas en señales de radiofrecuencia, ya que hasta este punto la red se encuentra conectada por medio de fibra óptica monomodo.

Enseguida y a través de cable coaxial RG6 o RG11 se hallan los amplificadores, encargados de mejorar la potencia y la amplitud de las señales radio frecuencia que transportan los datos, y el *multitap*, que extrae la señal del cable de distribución y la lleva al usuario como se muestra en la Figura 2.

.

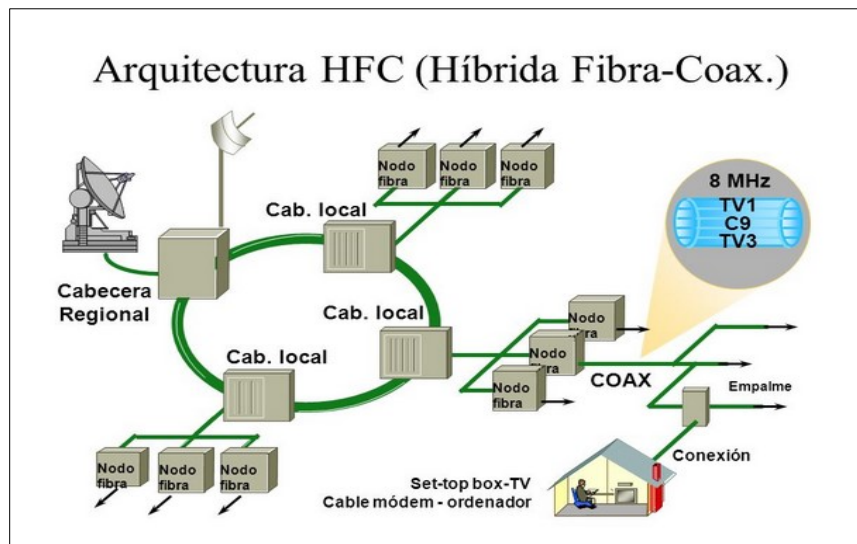


Figura 2. Arquitectura HFC

Fuente: <https://internetenunclick.wikispaces.com/hfc>. (Consultado 03/06/17)

Para brindar una rápida respuesta en el préstamo de los servicios de telecomunicaciones, las cabeceras locales se encuentran conectadas entre sí y estas con la cabecera nacional, en una conexión síncrona en forma de anillo (anillo síncrono), con el fin de que la misma sea autorrestaurable en caso de falla, por medio de 128 fibras ópticas o más (Figura 3). En algunas ocasiones, el total de las fibras y los equipos no son utilizados y se pueden alquilar a terceros, a estas se les denomina “fibra oscura”.

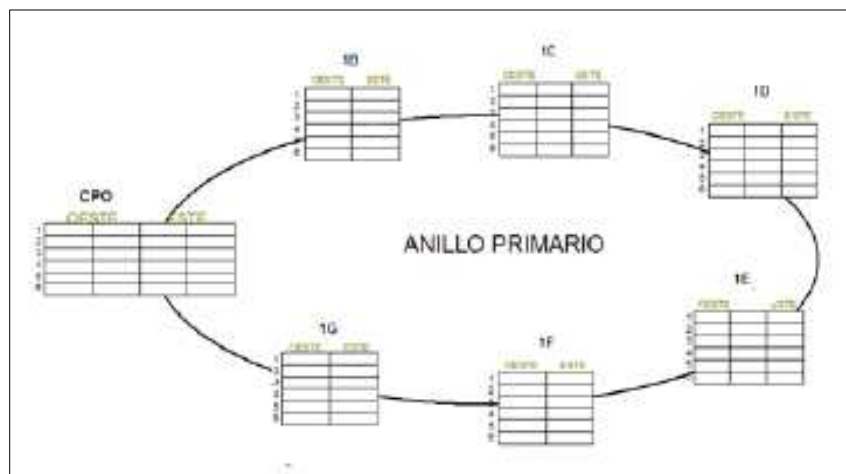


Figura 3. Conexión de anillo síncrono.

Fuente: Redes y edificaciones S.A. Área de capacitación.

Cada una de las cabeceras locales se conecta por medio de los CDI (Centro de Distribución Intermedia) a los nodos de red, distribuidos por zona. Para realizar la comunicación con los nodos de fibra, esta conexión está establecida en tipo bus por diseño de red. En la Figura 4 se puede apreciar el CDI ubicado en la cabecera local de Timiza en Bogotá D.C.

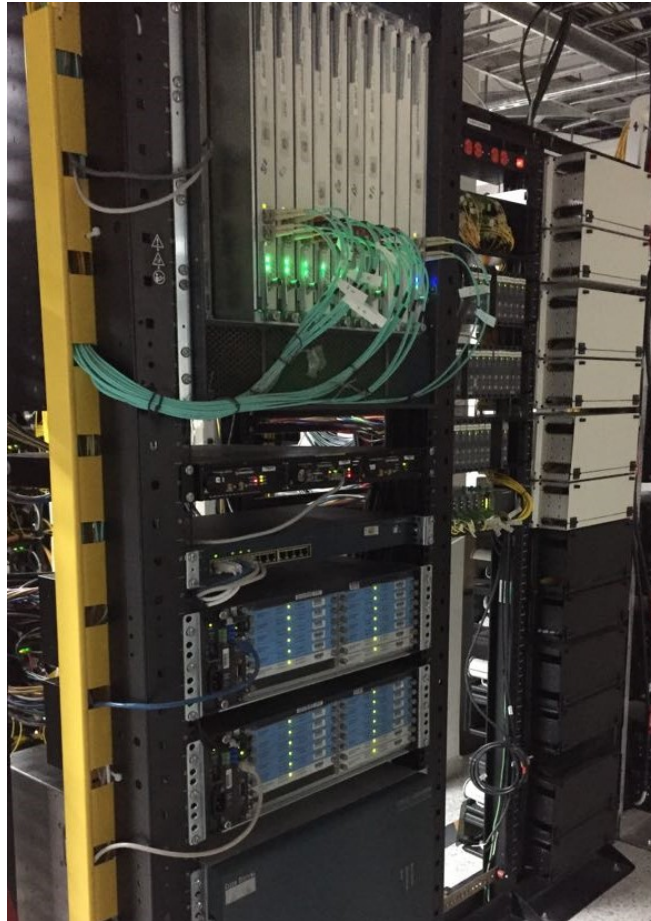


Figura 4. Los CDI de la cabecera local Ubicada en Timiza Bogotá.
Fuente: el autor.

Por medio de fibra óptica de silicio monomodo tipo *Tight Buffer*, en distancias entre 1.310 nm y 1.550 nm, la cabecera local por medio de los CDI realiza la comunicación entre la cabecera nacional y el nodo óptico. Esta fibra óptica está compuesta por la chaqueta polietileno. De alta densidad, cita de aluminio, alma de acero, aislamiento, fibra óptica “tight”, elementos masivos de plástico, y compuesto de relleno (Figura 5).

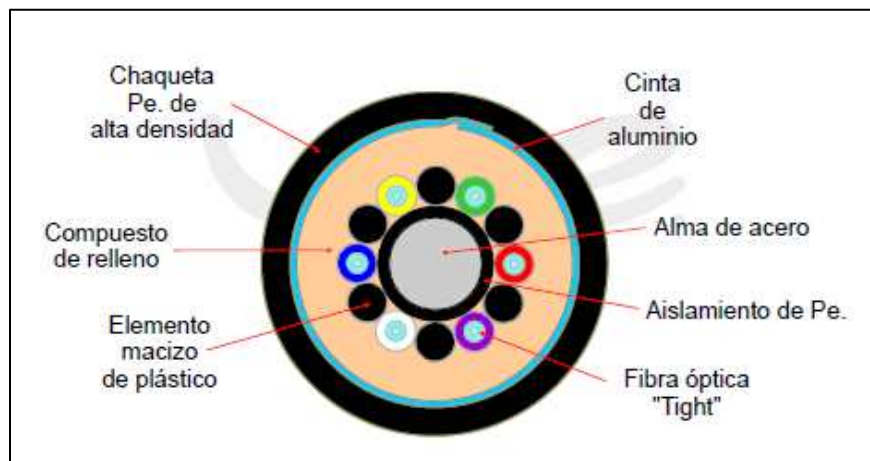


Figura 5. Estructura de fibra óptica para redes externas.
Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

En la estructura de la red se pueden presentar dos tipos de configuración para los nodos de fibra óptica; uno primario, el cual se encuentra comunicado directamente al CDI; y hasta ocho nodos secundarios por cada nodo primario, como se aprecia en Figura 6, los cuales cumplen la función de corregir errores de modulación en el transporte de datos.

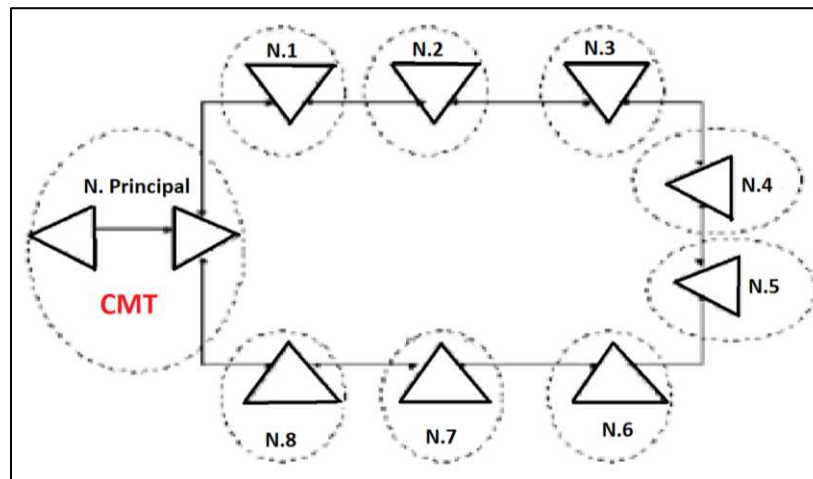


Figura 6. Conexión en serie de nodos ópticos
Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

Los nodos ópticos están compuestos por una etapa óptica y una de amplificación de radiofrecuencia (Figura 7), a través de un transductor óptico/eléctrico realiza la interpretación de los haces de luz sobre la onda, en ondas de frecuencia, las cuales puedan ser interpretadas por la red coaxial y llegar a los dispositivos finales.

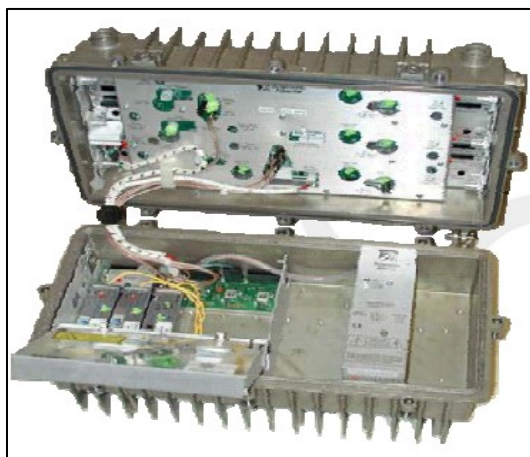


Figura 7. Nodo óptico eléctrico

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

El transmisor óptico transmite la señal eléctrica en radiofrecuencia y la convierte a una señal óptica, para que pueda ser captada y procesada por los demás dispositivos. En la Figura 8, se muestra el circuito eléctrico del transmisor óptico, compuesto por una sola entrada de radiofrecuencia (RF), dos etapas de amplificación, una etapa de control y dos de variables ajustables.

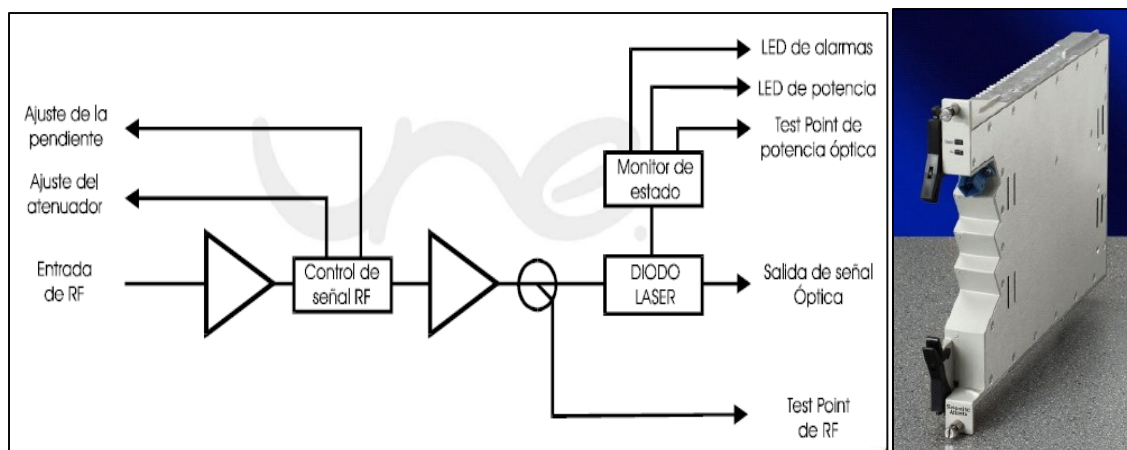


Figura 8. Transmisor óptico y circuito eléctrico.

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

Los transmisores ópticos y los receptores ópticos se encuentran ubicados tanto en el nodo eléctrico, como en las cabeceras, brindando la bidireccionalidad de la red, con el fin de procesar la señal y generar la correcta comunicación para que la información pueda ser transportada de un punto a otro.

De igual forma, el receptor óptico es el que recibe la señal óptica y la convierte a una señal eléctrica, para que pueda ser captada y procesada por los demás

dispositivos (Figura 9). El circuito eléctrico es semejante al del transmisor óptico, la diferencia se puede observar en las entradas y salidas que posee para la radiofrecuencia.

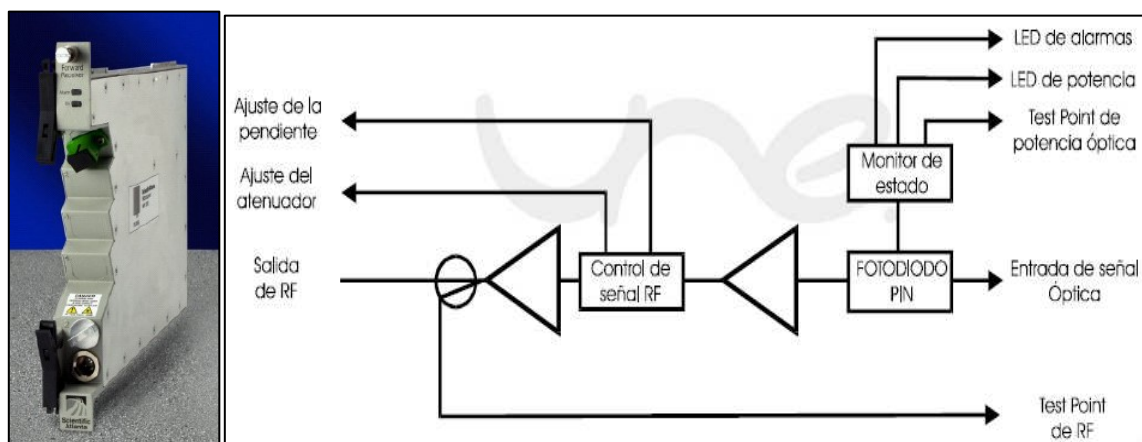


Figura 9. Receptor óptico y circuito eléctrico.

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

A partir de este punto, la señal es enviada a través de cable coaxial, para resolver el problema de la última milla; llega a los usuarios con los niveles adecuados de energía. La empresa implementa dos clases de cables coaxiales, RG6 y RG11. Aunque las dos tienen la misma estructura presentada en la Figura

, el tipo RG11 es utilizado cuando la distancia desde el *multitap* al usuario es mayor a 60 mts, debido a que la atenuación que presenta es de -10.70 dbB.

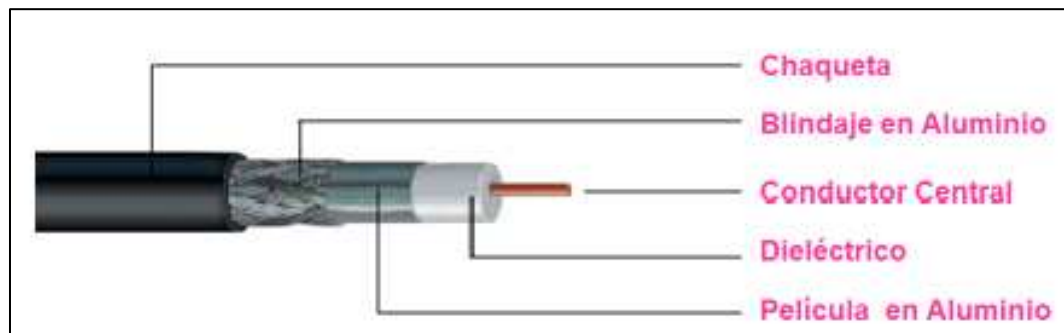


Figura 10. Estructura de cable coaxial.

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

Con el fin de garantizar características óptimas en el préstamo de los servicios, se implementa un amplificador, el cual es un dispositivo facultado para amplificar la señal. Trabaja a 48 voltios, alimentado por medio de cable QR 540 desde el nodo

terminal hasta los dispositivos finales. Mantiene la ganancia unitaria constante y la lleva a niveles óptimos de trabajo y adecuados para su correcta ejecución.

La Empresa implementa dos clases de amplificadores en su arquitectura de red: un *line extender* utilizado para amplificar la señal uno a uno y el *minibridge* aplicado para amplificar y dividir la señal en tres.

En penúltimo lugar se encuentran los *multitap*, diseñados para extraer la señal del cable de distribución y llevarla al usuario o dispositivos finales. Su diseño permite menor pérdida de inserción a un determinado número de salidas que ofrece el sistema, dependiendo de la frecuencia por trabajar. Está compuesto por un acoplador direccional y un *splitter* (Figura 11).



Figura 11. Multitap de 2 entradas y 8 salidas.
Fuente: el autor.

Como primer punto de corte se encuentra un *splitter*, el cual es un dispositivo pasivo encargado de dividir la señal de entrada en dos o más salidas a una determinada ganancia equitativa, por cada una de sus salidas. Es un equipo utilizado solamente dentro de la residencia del suscriptor, para dar señal a los dispositivos que el usuario requiera dentro de la vivienda (teléfonos, televisores, módems).

De esta forma se compone toda la estructura de red HFC implementada por la Empresa, y está representada mediante simbología para cada uno de los dispositivos que componen la red (Figura 12).

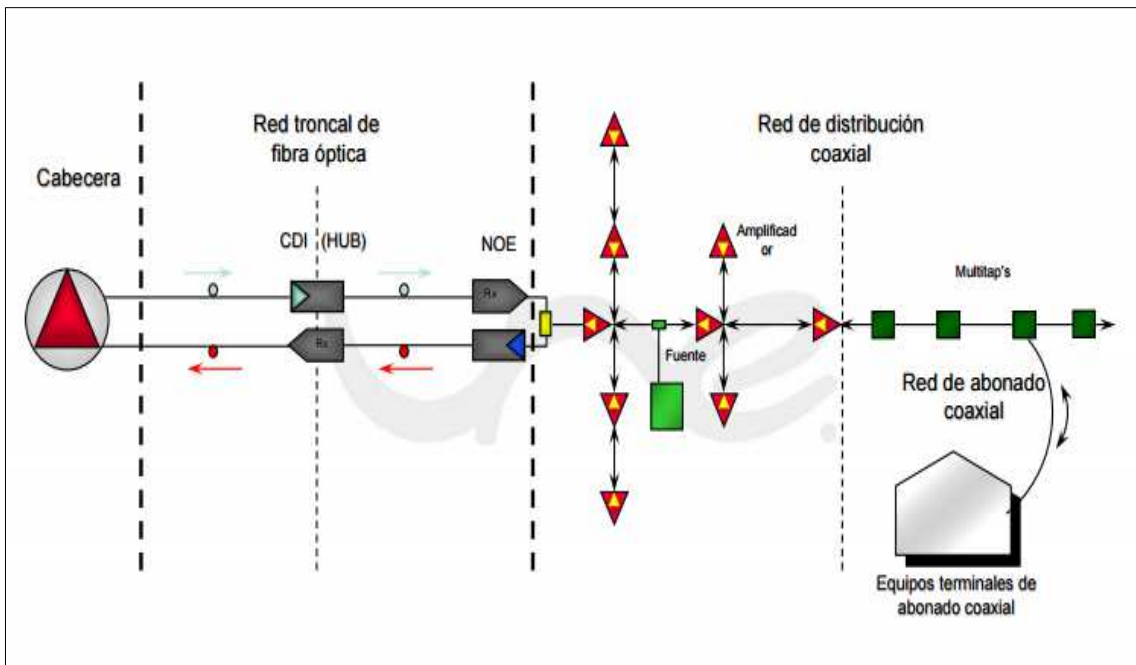


Figura 12. Representación simbólica de la estructura de red HFC.

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

Debido a que en el transporte de los datos, los elementos y dispositivos trabajados afectan los niveles adecuados de transmisión, se realizan adaptaciones para disminuir factores que puedan distorsionar la señal, como por ejemplo la impedancia de los medios trabajados para el transporte de los datos, la atenuación en la conexión de los dispositivos, el ruido que pueda interferir por el transporte de señales provenientes de cables de energía a una distancia menor 3 mts y el mal acople que se pueda generar en el momento de conectar los dispositivos.

Por medio de la unión de filtros y conectores entre cada uno de los dispositivos, se corrigen los problemas anteriormente mencionados, así mismo por prevención y para la fácil ubicación de las posibles fallas, se realiza un test con el dispositivo de medición DSAM 2000, que indica las principales características que deben tenerse en cuenta para la correcta transmisión de los datos, en el préstamo de los servicios de telefonía, televisión e internet.

Para limitar los servicios ofrecidos, se utilizan filtros que impiden el paso de las frecuencias que transportan los datos. Generalmente se utilizan dos clases de filtros, filtro pasa altos HPF (High Pass Filtre), mostrado en la Figura 13, para proveer solo los servicios de telefonía e internet. Y el filtro rechaza banda, para brindar el servicio de televisión; es muy semejante físicamente al HPF, con la única diferencia en su grosor.



Figura 13. Filtro pasa altos (HPF 5-42 MHz)

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

Adicionalmente se añaden diferentes materiales, que permiten la correcta sincronización y adecuación de los equipos trabajados en la infraestructura y conexión de la red HFC. En el Anexo 1. Manual instalación redes abonado HFC se indican las especificaciones y la forma de trabajo de cada uno de los elementos asociados.

De esta manera, la red HFC se convierte en una de las redes de telecomunicaciones más eficientes a un bajo costo.

3. ESTÁNDAR DATA OVER CABLE SERVICE INTERFACE SPECIFICATION (DOCSIS)

Actualmente existen tres tipos de estándares de normalización que regulan el servicio de transmisión y flujo de datos en el préstamo de servicios de telecomunicaciones para las redes de HFC. Estos estándares son: DOCSIS, EuroDOCSIS y DVB-RSC.

El EuroDOCSIS es el estándar de normalización implementado en Europa, se diferencia del DOCSIS trabajado en América en que los canales de cable permiten un mayor ancho de banda en el canal de retorno, donde se descargan los datos al abonado.

El estándar DVB-RSC es asociado para el préstamo de servicios de comunicación a través de satélites de manera bidireccional; ofrece los servicios básicos con buena calidad y eficiencia.

El estándar de normalización DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification) es un estándar definido por la industria de la TV por cable para permitir la interoperabilidad entre cable módems y las cabeceras de las redes o CMTS, para la transmisión de datos⁵. Este es el estándar implementado por la empresa RYE.

El estándar de DOCSIS ha tenido modificaciones, debido al surgimiento de nuevas tecnologías que se aplican en el préstamo de nuevos servicios que implican mayor velocidad en el flujo de datos. En la Tabla 1 se pueden ver las diferencias que existen entre los diferentes estándares a lo largo del tiempo.

⁵ROJAS GIRALDO, Michael Alejandro, Sistemas de gestión de niveles de potencia de transmisión de señal CATV, 2009. P 26, párrafo 2.

Tabla 1. Estándar Docsis

ESTÁNDAR	VELOCIDAD	PRESTACIONES	SERVICIOS	AÑO
DOCSIS 1.0	5 Mbps	Especificaciones, estándar	Alta velocidad de datos. Acceso a internet.	1997
DOCSIS 1.1 (RETORNO)	10 Mbps	Calidad de servicio. seguridad	Doble capacidad (retorno), bajo costo.	1999
DOCSIS 2.0 (RETORNO)	30 Mbps	Trabaja en anchos de banda con ruido.	Servicios simétricos. Punto a punto.	2001
DOCSIS 3.0	160 Mbps	Ofrece conexión de última milla.	Servicios de triple <i>play</i> por un mismo canal.	2006
DOCSIS 3.1	10 Gbps	Aumenta el rendimiento de las redes de cable.	Mayor ancho de banda, que brinda mejor calidad.	2013

Fuente: el autor.

Como se puede observar, la tendencia es proporcionar mayor ancho de banda en el canal de retorno, mayor velocidad de descarga al usuario en el tiempo más corto posible, como se expone en el Anexo 2. Tecnico 2 News_213_Docsis. Por esta razón, se habla de que la tecnología tiene que ser bidireccional, la información enviada al usuario por *Downstream* y la información que el usuario proporciona por *Upstream*.

Con el fin de garantizar un óptimo servicio, se realizan pruebas bajo el estándar DOCSIS 3.0, el cual establece una mejor lectura y capacidad en el ancho de banda y flujo de datos y, a su vez, introduce soporte para el protocolo de internet versión 6 (IPV6), para los servicios de triple *play* ofrecidos por la empresa UNE EPM telecomunicaciones S.A.

La especificación de interfaz de servicios de cable de datos por DOCSIS fue desarrollada por CableLabs y otras empresas que apoyan la prestación de servicios de Internet de alta velocidad, a través de la red existente de televisión por cable (CATV), la cual se aplica a cada uno de los dispositivos de medición DSAM 2000 que se usan para hacer el registro de los parámetros de la red HFC.

Existen varios dispositivos que permiten efectuar mediciones bajo el estándar DOCSIS, entre ellos está el DSAM 2000. Este es un equipo electrónico que admite realizar el registro de datos, tanto enviados (*upstream*), como recibidos (*downstream*) en la red específica de servicios de cable. Incorpora tecnologías de procesamiento de señal digital y de especificación de interfaz de servicios de datos por cable, para probar los servicios de cable módem, vídeo digital, vídeo analógico y VoIP. Además, permite probar la mayoría de los servicios simplemente con un

solo medidor. No es necesario contar con varios medidores ni cambiar los equipos de prueba, incluso para los servicios de voz sobre IP (VoIP)⁶.

El dispositivo está compuesto por una pantalla donde se visualizan los datos, cuatro botones para el control y visualización de la pantalla, cuatro botones de acción, un teclado alfanumérico que permite definir datos fijos, un botón de encendido, uno de segunda función, uno de acceso y otro de salida, como se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Partes del DSAM 2000

Fuente: JDS UNIPHASE, p.17, figura 4.

⁶ JDS UNIPHASE. Medidor de análisis de servicios digitales DSAM, Product Family Series. En: Manual de usuario DSAM. s.l.: JDSU, 2009, p. 2.

Para el registro de los parámetros, se debe ubicar el *multitap* sobre el área de trabajo, que para el caso es en un conjunto cerrado. Por norma, el *multitap* está ubicado de manera subterránea; de lo contrario, el dispositivo estará ubicado de manera aérea sobre un poste de energía, respetando la normatividad RTIE, de los

espacios entre cada uno de los demás cables allí ubicados. Por medio de cable RG6 se conecta el DSAM a una de las boquillas disponibles del *multitap*. De lo contrario, el DSAM se debe conectar al primer punto de corte posterior al primer *splitter*.

Posteriormente, se procede a encender el dispositivo, el cual mostrará la última medición o configuración realizada, cuando el dispositivo se encuentra configurado. En caso de no estarlo, se deberá llevar el dispositivo a uno de los ingenieros de formación para que sea configurado e inicializado.

Los botones de acción o botones principales permiten la configuración del dispositivo (Configure), acceso a los datos en el dispositivo y sincronización (Access), registro de parámetros (Measure) y el de test automático (autotest), como se indica en la Figura 16.



Figura 16. Botones de acción del DSAM2000.

Fuente: el autor.

Por medio del botón *Measure* se lleva a cabo el registro de los parámetros, el cual permite visualizar las diferentes pruebas o test que el dispositivo tiene programado.

La adquisición de la mayoría de estas funciones tiene un costo adicional, por lo tanto, se trabaja con las opciones con las que cuenta el equipo actualmente.

Primero se encuentra la opción de *barrido completo*, como se muestra en la Figura 17, que permite previsualizar el espectro, sobre todo el ancho de banda trabajado. El dispositivo hace un barrido de frecuencia buscando las canales DOCSIS de enganche, las frecuencias de *Upstream* y *Downstream*, solicitando al CMT el intercambio de datos.



Figura 17. Ajuste de barrido completo en el DSAM.

Fuente: el autor.

Una vez terminada la exploración de todo el ancho de banda, el dispositivo mostrará una gráfica, como la que se muestra en la Figura 18. Allí se puede observar un conjunto de líneas, cada una de las cuales representa un canal de datos digital, análogo o de DOCSIS distribuidos a través de todo el espectro.

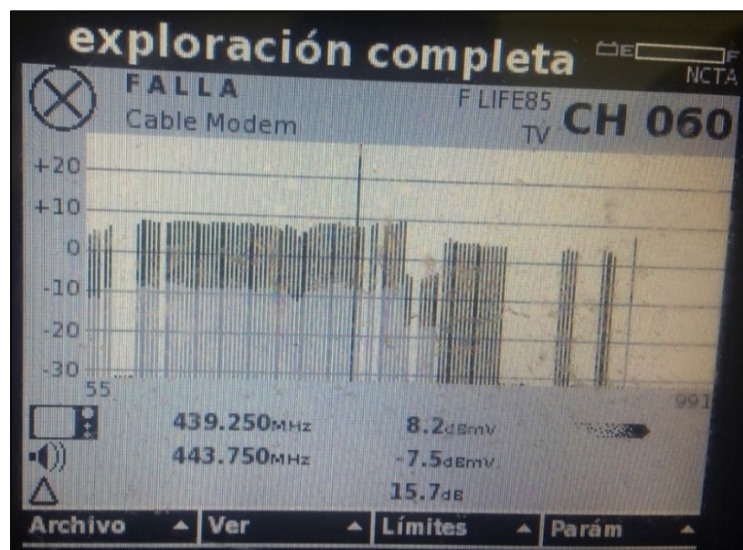


Figura 18. Exploración completa del DSAM 2000

Fuente: el autor.

La exploración indica la potencia con la que se encuentra cada uno de los canales análogos, digitales y de enganche, así mismo, la frecuencia por la que viajan los datos, el delta existente entre audio y vídeo para canales análogos, la tasa de error de modulación (MER) y la tasa de error de bit (BER) para canales digitales.

Estos parámetros muestran la calidad de los datos recibidos, teniendo en cuenta los niveles máximos y mínimos que se deben presentar en la recepción y transmisión de la señal, mostrados en la Tabla 2.

Tabla 2. Parámetros básicos

PARÁMETROS BÁSICOS PARA TENER EN CUENTA				
TIPO	MÍNIMO CM	MÁXIMO CM	MÍNIMO TAP	MÁXIMO TAP
POTENCIA UP	38 dBmV	52 dBmV	30 dBmV	46 dBmV
POTENCIA DOWN	-10 dBmV	10 dBmV	10 dBmV	15 dBmV
SRN UP	23 dBmV	60 dBmV	No existe variables de más de 4 dBmV	
SRN DOWN	38 dB	60 dB	Minimo 38 dB	
PÉRDIDAS DE PAQUETES	0	0	0	0
PING	0	0	0	0
MER	38 dBmV	60 dBmV	Minimo 38 dBmV	
BER	1 e-9	1 e-9	1 e-9	1 e-9
CANAL ALTO (CH 135)	2 dBmV	18 dBmV	15 dBmV	25 dBmV
CANAL BAJO (CH 2)	0 dBmV	13 dBmV	9 dBmV	17 dBmV
DQI	(10/10)	(10/10)	(10/10)	(10/10)

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación.

4.1 Potencia de radiofrecuencia (RF)

Esta es una medida muy importante, ya que en los sistemas que trabajan con radiofrecuencia se deben garantizar potencias en los niveles adecuados de energía para poder ser interpretada y enviada por cada uno de los dispositivos asociados a la red.

Se pueden presentar dos casos: el primero, cuando la señal procesada muestra niveles de potencia bajos, lo que genera que la señal modulada sea degradada por el ruido, y un segundo caso, en que los niveles de potencia son muy altos se generara sobre la señal modulada distorsión en los datos transportados.

Esta prueba se realiza con el fin de poder observar la potencia de la señal en la portadora analógica o digital dentro de una frecuencia que transporte datos hasta el

usuario o abonado. Por medio del equipo DSAM y a través de la siguiente ruta, tecla de función especial medida o *measure*, función básica, opción nivel, se podrán observar dichos niveles.

Una vez pulsados los botones indicados, se desplegará una pantalla que indica el nivel de potencia en las señales portadoras de radiofrecuencia (RF), frecuencia por la que se transporta la señal de audio y la señal de vídeo, relación señal a ruido en decibelios y el delta existente entre las señales de audio y vídeo.

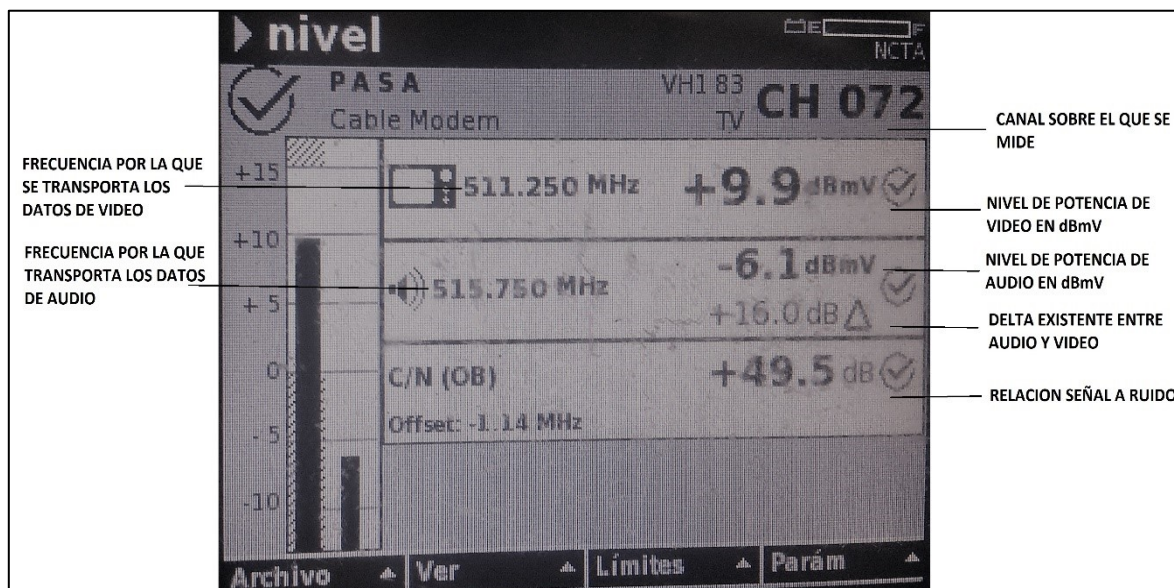


Figura 19. Visualización de datos para toma de niveles de potencia canal análogo.

Fuente: el autor.

En la Figura 19 se muestra el registro de los niveles de potencias de vídeo y de audio existentes en el canal 72, el cual corresponde a un canal análogo. Se puede observar que el nivel de potencia de vídeo se encuentra dentro del rango adecuado para que sea óptimo; de igual manera, el nivel de potencia de audio y la relación señal a ruido.

El dispositivo hace el registro de una potencia promedio mediante el área bajo la curva que se define entre los límites de las frecuencias (canal 2 a canal 135) de la señal modulada. Dicho proceso se describe de manera más detallada en el Anexo 3 Medición De Potencia – Utn.

En los canales análogos, la potencia se concentra sobre la frecuencia de vídeo en la portadora, en el caso de los canales digitales la potencia se reparte sobre la frecuencia total del canal. Cabe aclarar que el nivel de potencia para cada una depende del ancho de banda medido o registrado.

Si el canal es digital, los datos observados en la pantalla principal varían. Como primer cambio importante se puede observar que estos canales ya no tienen indicador de señal a ruido, sino la tasa de error de modulación (MER), la tasa de error de bit (BER), y el delta que se podía visualizar en los canales análogos es el desempeño digital que presenta el canal. El audio y el vídeo viajan por una sola frecuencia y presentan una nueva variable que son los errores por segundo, los cuales indican el correcto transporte de los datos (Figura 20).

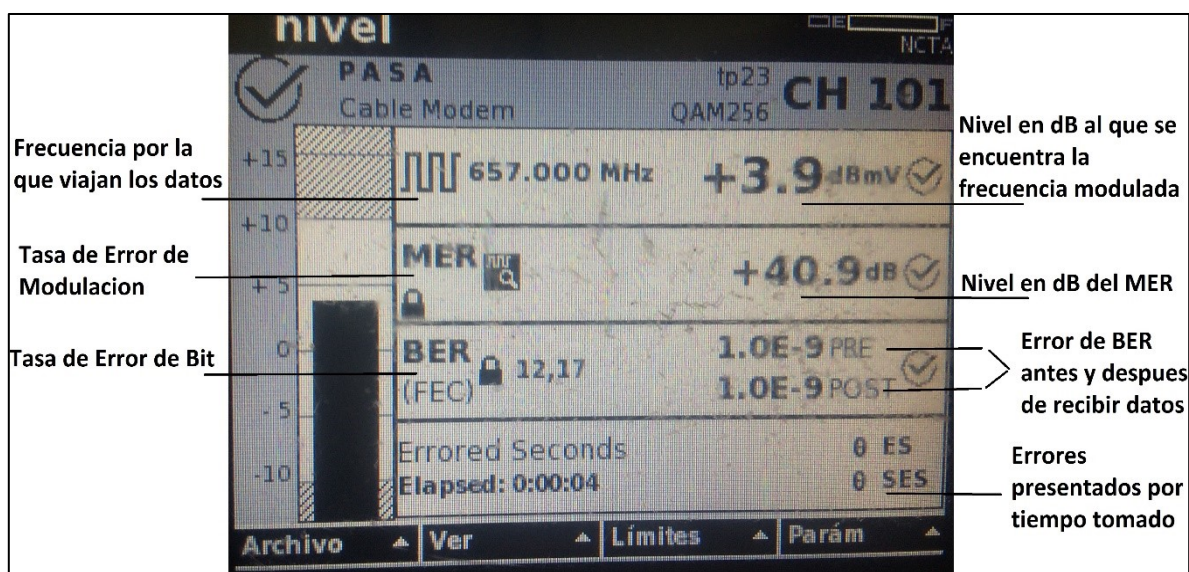


Figura 20. Visualización de datos para toma de potencia canal digital.

Fuente: el autor.

4.2 Relación señal a ruido (S/R)

Debido a que la red combina, procesa y transmite señales análogas y digitales, están expuestas a perturbaciones, a combinación con ruido, o a ambas. En especial en las señales análogas, el dispositivo DSAM 2000 indica la relación existente entre la señal análoga y el ruido filtrado en la red HFC (señal de ruido existente en la señal modulada), con el fin de que se pueda visualizar dicha relación para entregar una señal limpia y de buena calidad.

Esta prueba se realiza sobre las frecuencias bajas (retorno), debido a que son las frecuencias que están más expuestas a ser perturbadas por ruido. El cual se filtra, ya sea por el campo magnético existente en las líneas vivas de energía, o por mala adecuación de los conectores u ondas existentes en el ambiente.

El equipo de medida DSAM 2000 permite observar dicha relación en el momento de realizar la prueba de potencia de radiofrecuencia. En la Figura 21 se puede verificar el registro que se lleva a cabo dentro de la banda. La señal a ruido debe ser menor a 43 dB.



Figura 21. Test de relación señal a ruido
Fuente: el autor.

Como se puede observar, dentro de la banda se presenta una señal a ruido de 49.7 dB, valor muy alto en comparación con lo establecido. Este hecho hace que los datos no lleguen de manera correcta al abonado; por ejemplo, ocasiona que la señal sea representada en forma de lluvia para los datos de TV, que haya intermitencia en los datos de red y cortes en los datos de telefonía.

Para corregir este problema, la empresa Redes y Edificaciones S.A. emplea filtros análogos pasa alto (HFP) y rechaza banda (BPF) en cada una de las etapas en que la señal es transmitida y recibida. Mediante la combinación de *spliters* se proporcionan filtros que reducen en gran porcentaje la señal a ruido presente en la señal portadora.

Vale la pena recordar que la relación señal a ruido afecta solo a los canales análogos dentro de la red HFC, para los canales digitales se presenta tasa de error de modulación y tasa de error de bit.

4.3 Tasa de error de modulación (MER) y tasa de error de BIT (BER), para asegurar la calidad de las señales digitales

El concepto de modulación indica el cambio de frecuencia que se realiza en el transporte de los datos, desde el ancho de banda a una velocidad en el orden de los gigahertz a la red HFC, que trabaja a una frecuencia en el orden de los megahertz.

Esto quiere decir que cambia la señal trabajada de la portadora, a una frecuencia que soporte la red HFC. La tasa de error de modulación (MER) equivale a la relación portadora a ruido de la señal análoga. En los canales digitales, este no afecta la

calidad de imagen hasta el punto de falla, la tasa de error permite saber qué tan buena es la decodificación de la señal modulada, identificando si el paquete de datos está completo o corrupto.

En las señales digitales se presenta modulación en amplitud con cuadratura (QAM), es decir, que la señal es modulada dos veces sobre la misma frecuencia, con diferente amplitud y desfase de 90° entre ellas.

La tasa de error de bit (BER) es la relación que se tiene por los bits errados enviados en una cadena de bits por tiempo, esto se genera cuando los bits de la cadena son afectados por ruido del canal, interferencias, distorsión, problemas de sincronización de bit o atenuación.

Los datos viajan en una decodificación binaria de uno y cero que conforman una cadena de bits. Cuando es transportada la cadena de bits debido a factores externos, se altera en alguno de estos, por ello se realiza una comparación bit a bit de las cadenas recibidas con la cadena de bits solicitadas durante un determinado tiempo.

Mediante la representación de símbolos se considera que el indicador del MER debe estar por debajo de los 38 dB y que para el caso de BER debe ser de 1.0E-9 en el indicador PRE, el cual hace referencia al registro de datos antes de ser corregidos, como se muestra en la Figura 22.

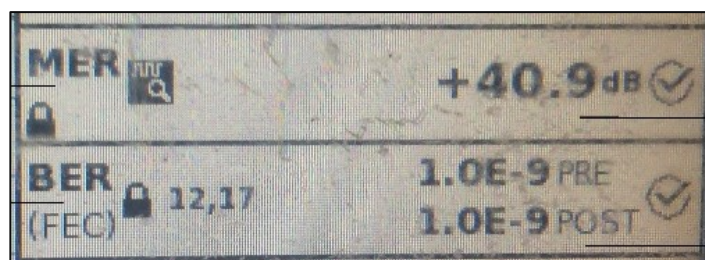


Figura 22. MER y BER registrados en el DSAM 2000.

Fuente: el autor.

4.4 Tipos de modulación: *up link* y *down link*

En las redes de telecomunicaciones, las empresas pueden trabajar modulaciones digitales de 8QAM, 16QAM, 64QAM, 256QAM hasta 8192QAM. Modulaciones que varían con respecto a la tecnología y el estándar DOCSIS manejado por la empresa.

Para el caso de Redes y edificaciones S.A, se trabajan modulaciones de 256 QAM para el *forward* y de 64 QAM para el *retorno*, enviando cadenas de 8 bits para cada una de ellas.

Los bits son codificados mediante una señal sinusoidal con una variación de amplitud y fase, estos son interpretados por medio del plano astral, donde dependiendo del valor del bit se determinará la amplitud y la fase de la señal codificada. Estos son agrupados e identificados por símbolos, como se indica en la Tabla 3.

Tabla 3. Cadena de 8 bits

1	0	1	1	1	0	0	0	Símbolo 1
1	0	0	0	0	1	1	1	Símbolo 2
0	0	0	1	1	0	0	1	Símbolo 3
1	1	1	1	0	0	0	0	Símbolo 4

Fuente: el autor

La asignación de símbolos es otorgada mediante la tabla registrada, es decir, que los datos al viajar en una cadena de 8 bits, las combinaciones posibles son 256 desde 00000000 hasta 11111111, a cada una de estas combinaciones se les asigna un símbolo. Estos son comparados e identificados para poder detectar errores en el transporte de la señal con la tabla dentro de la memoria del dispositivo y así identificar a qué símbolo corresponde cada cadena de bits.

4.5 Barrido en frecuencia desde los 5 MHz HASTA LOS 860 MHz

El ancho de banda trabajado se encuentra dividido en tres partes: en primer lugar, está el retorno, el cual va desde los 5 MHz hasta los 42 MHz, posterior a este se encuentra el *forward*, el cual va desde los 54 MHz hasta los 750 MHz, que son las frecuencias donde se encuentran los canales análogos, los canales digitales y los datos de la red. En tercer lugar, se encuentran los canales de enganche y telefonía, los cuales van desde 780 MHz hasta 860 MHz, como se muestra en la Figura 23.

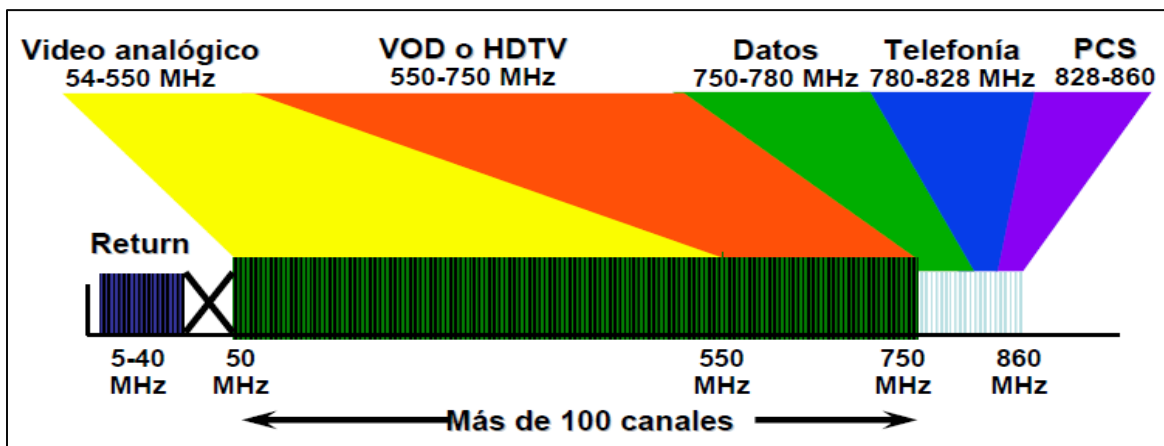


Figura 23. Distribución del espectro para portadoras Forward.

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación

Generalmente se le asigna menor ancho de banda al *forward*, para que la velocidad de transferencia de datos presente la mayor eficiencia en el préstamo de los servicios.

Con el fin de garantizar la correcta recepción de cada una de las frecuencias que transportan los datos, el DSAM ofrece la opción de realizar una exploración completa sobre el espectro que transporta los datos.

Para ello, a través de la ruta de *Measure, opción básica, opción exploración*, se indicarán los niveles con los que llega cada uno de los canales con su respectiva frecuencia, además de indicar la pendiente o TIL con la que se encuentra el espectro de la señal. Teniendo en cuenta que esta debe ser lo más plana posible, indicando un TIL = 0, como se muestra en la Figura 24.



Figura 24. Barrido de frecuencia en TAP.

Fuente: el autor

La gráfica debe presentar una pendiente plana, hasta el punto de los canales análogos, debido a que los canales digitales deben estar 6 Hz por debajo de los canales análogos, por lo que requieren menos potencia para su transmisión.

4.6 Prueba de ingresos en banda del retorno (5 MHz Y 42 MHz) para garantizar la red de acceso al abonado

A diferencia de la prueba anterior de barrido en *forward*, se realiza un barrido sobre las frecuencias de *retorno*, correspondiente al ancho de banda de los 5 MHz a los 42 MHz. El DSAM solicita a la cabecera regional datos, haciendo de *router* con el fin de garantizar que el usuario obtenga los servicios.

El ancho de banda en el *retorno* se encuentra particionado en cuatro secciones: en primer lugar, desde los 5 MHz a los 16 MHz, dedicado a la comunicación entre PC; posteriormente, de los 16 MHz a los 17.7 MHz, para VOD (Video on Demand) o IPPV (intermittent positive-pressure ventilation); de los 18 MHz a los 26 MHz para datos y de los 28-40 MHz para telefonía. (Figura 25).

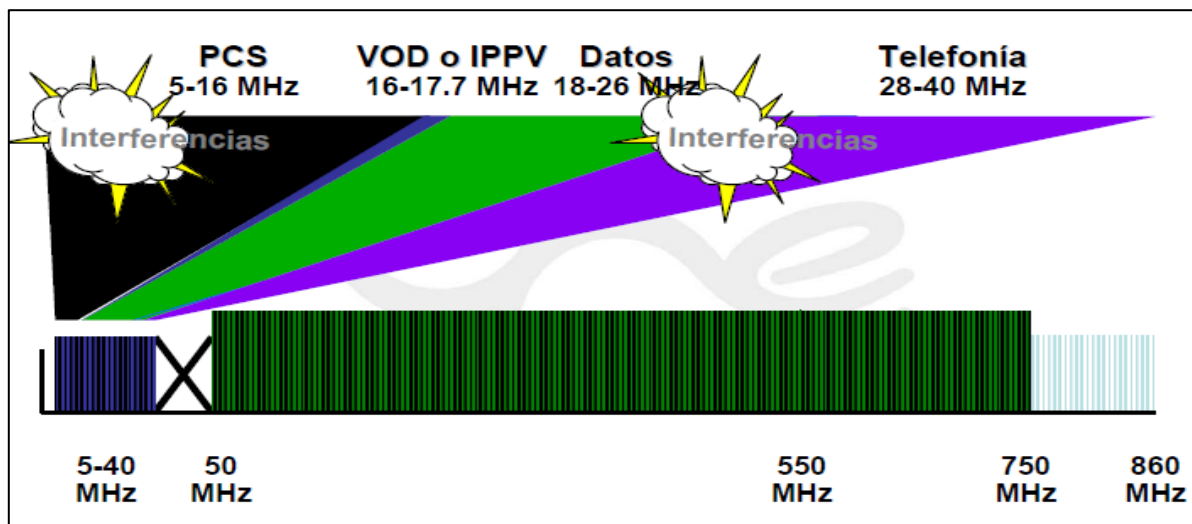


Figura 25. Distribución de espectro para Reverse.

Fuente: Redes y Edificaciones S.A. Área de capacitación

A este barrido se le conoce como *retorno* o *downstream*. En frecuencias bajas, se presentan las interferencias, por esta razón se le asigna menor ancho de banda.

4.7 Análisis de espectro

El espectro de frecuencia es la representación gráfica de amplitud versus división de tiempo, en sistemas que trabajan con señales repetitivas u ondulatorias a través de un medio. Cuando se habla de análisis del espectro, se refiere a la descomposición en varias partes del espectro de la señal representada. Esta descomposición se puede realizar mediante el método de las series de Fourier, con el fin de visualizar en el fragmento de la señal, las características que la pueden afectar, como la señal a ruido o amplitud.

Por medio de prueba de *forward* o barrido en frecuencia, se puede visualizar todo el espectro trabajado, para verificar que todos los canales lleguen al abonado con el correcto nivel de energía. De esta forma, se pueden observar posibles interferencias que afectarían los niveles de la señal portadora con los datos de espectro.

4.8 Búsqueda de ingresos

Esta es una prueba para visualizar posibles alteraciones que puedan afectar la señal modulada en las frecuencias de retorno. Vale anotar que entre más plana sea la señal, mucho mejor será la calidad del servicio.

Para poder visualizar el espectro de la señal por medio del DSAM se debe dirigir a la opción *measure*, opción *espectro* y se debe elegir *búsqueda de ingresos*, como lo indica la Figura 26.



Figura 26. Búsqueda de ingresos en DSAM.

Fuente: el autor.

Una vez seleccionada esta opción en la pantalla del DSAM, se mostrará el espectro de señal sobre una de las frecuencias que transporta los datos que provisionan los servicios. En esta misma pantalla, en la parte inferior, se puede observar el nivel de potencia sobre la frecuencia en la que se encuentra, como se observa en la Figura 27, equivalente a 34.5 MHz.

Como el espectro presenta un comportamiento casi plano, indica que no se presentarán perturbaciones o ruido, que puedan afectar su correcta sincronización en el momento de ser visualizada.



Figura 27. Búsqueda de ingresos a los 34.5MHz.

Fuente: el autor.

Por otro lado, podría presentarse el caso en que el espectro no muestre un comportamiento plano, como se indica en la Figura 28. Se puede observar que en el espectro existen picos que indican ruido o perturbaciones sobre la frecuencia trabajada, que para el caso es de 34.5 MHz; además se evidencia que el nivel de potencia aumentó, lo cual provoca distorsión de los datos transportados.



Figura 28. Búsqueda de ingresos con ruido.
Fuente: el autor.

4.9 Prueba DOCSIS

La prueba DOCSIS es un método que se utiliza para garantizar y observar el enganche del *Router* y del decodificador a la red HFC. Hay que tener presente que los canales DOCSIS se encuentran en las frecuencias altas de la red y son los canales por los que se identifica el operador de servicios para el enganche y préstamo de estos. Para este caso, el DSAM hace las veces de *Router* identificándose con su respectiva dirección MAC y realizando la solicitud de datos al CMT. Una vez el DSAM logra dicha conexión, se garantiza la recepción de los datos al abonado final.

Para ello se debe ingresar presionando el botón *measure*, opción *servicio* y escoger la prueba DOCSIS. Una vez aquí, el DSAM mostrará en pantalla los canales de enganche previamente configurados, como el tipo de canal y la frecuencia a la que se encuentra (Figura 29).

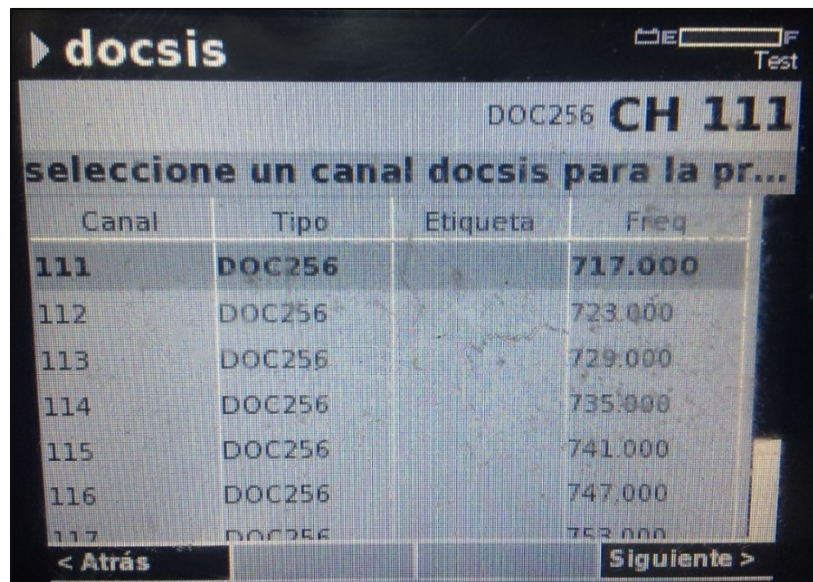


Figura 29. Edición de canales en DSAM
Fuente: el autor.

Una vez identificado el plan de canales, se debe presionar *siguiente*; después de esto, el DSAM mostrará la versión de DOCSIS por trabajar, que, para el caso, será el estándar DOCSIS 3.0 (Figura 30) —es el DOCSIS más actual y el que utiliza la empresa Redes y Edificaciones S.A.—; aunque, cuando los materiales y elementos empleados son más antiguos, el DSAM permite configurar el estándar trabajado a versiones más antiguas, como el estándar DOCSIS 1.0, 2.0, 2.1. Adicionalmente, se puede observar la MAC con la que el dispositivo se identifica ante la cabecera local.

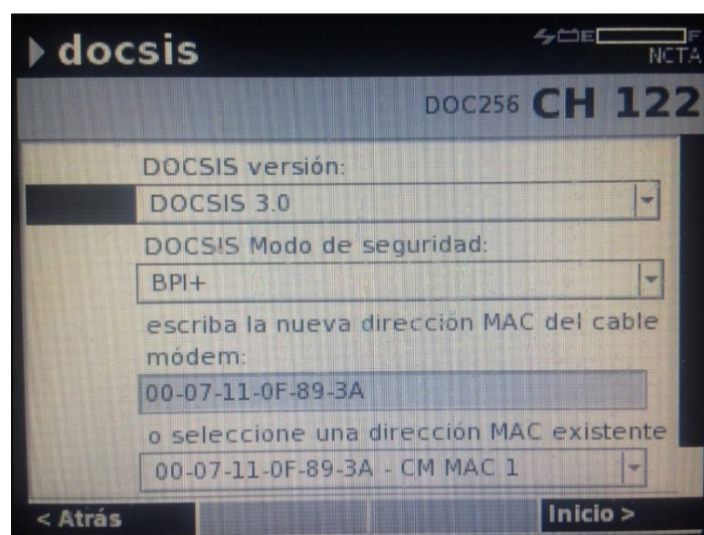


Figura 30. Configuración de estándar DOCSIS.
Fuente: el autor.

Una vez configurado el plan de canales y el estándar DOCSIS, por los que el DSAM se va a enganchar, el dispositivo empezará a realizar la solicitud de datos al CMT a través de cuatro pasos, como se indica en la Figura 31 y Figura 32.

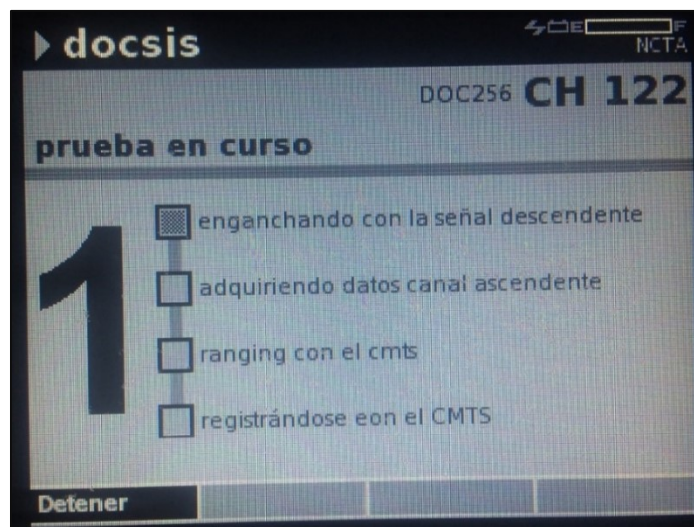


Figura 31. Paso uno para enganche en prueba DOCSIS.

Fuente: el autor.

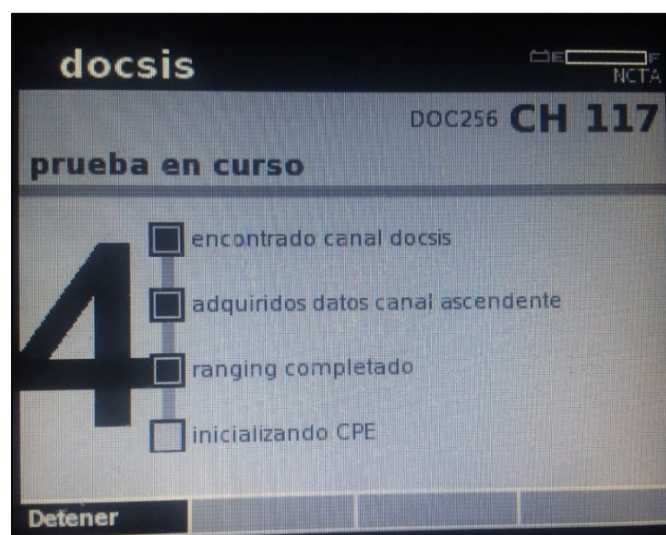


Figura 32. Paso cuatro para enganche en prueba DOCSIS.

Fuente: el autor.

Una vez se completan los cuatro pasos de configuración y solicitud, se presentará un gráfico que resume el estado del *forward* y del *retorno* con respecto a los niveles de potencias máximos y mínimos de la señal portadora, así mismo el MER, el BER y el margen.

En la imagen se puede observar el número de canales para la comunicación en el *forward*, que, para el caso, son dos, y en el *retorno* son ocho, como se muestra en Figura 33.

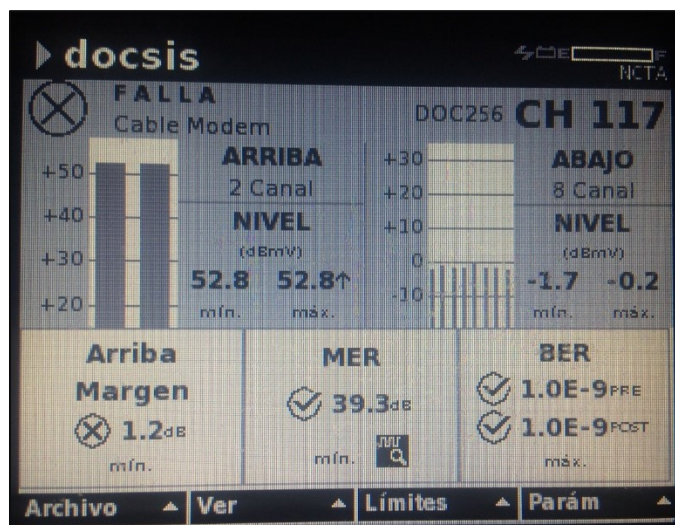


Figura 33. Resumen de prueba DOCSIS 3.0.
Fuente: el autor.

De igual modo se realiza una medida con el estándar 2.0., donde la principal diferencia que se presenta son los canales y la velocidad de transmisión, como se muestra en la Figura 34. En esta solo se exhibe un canal de comunicación tanto para el *forward* como para el *retorno*.



Figura 34. Resumen de prueba DOCSIS 2.0.
Fuente: el autor.

DIAGRAMA DE FLUJO

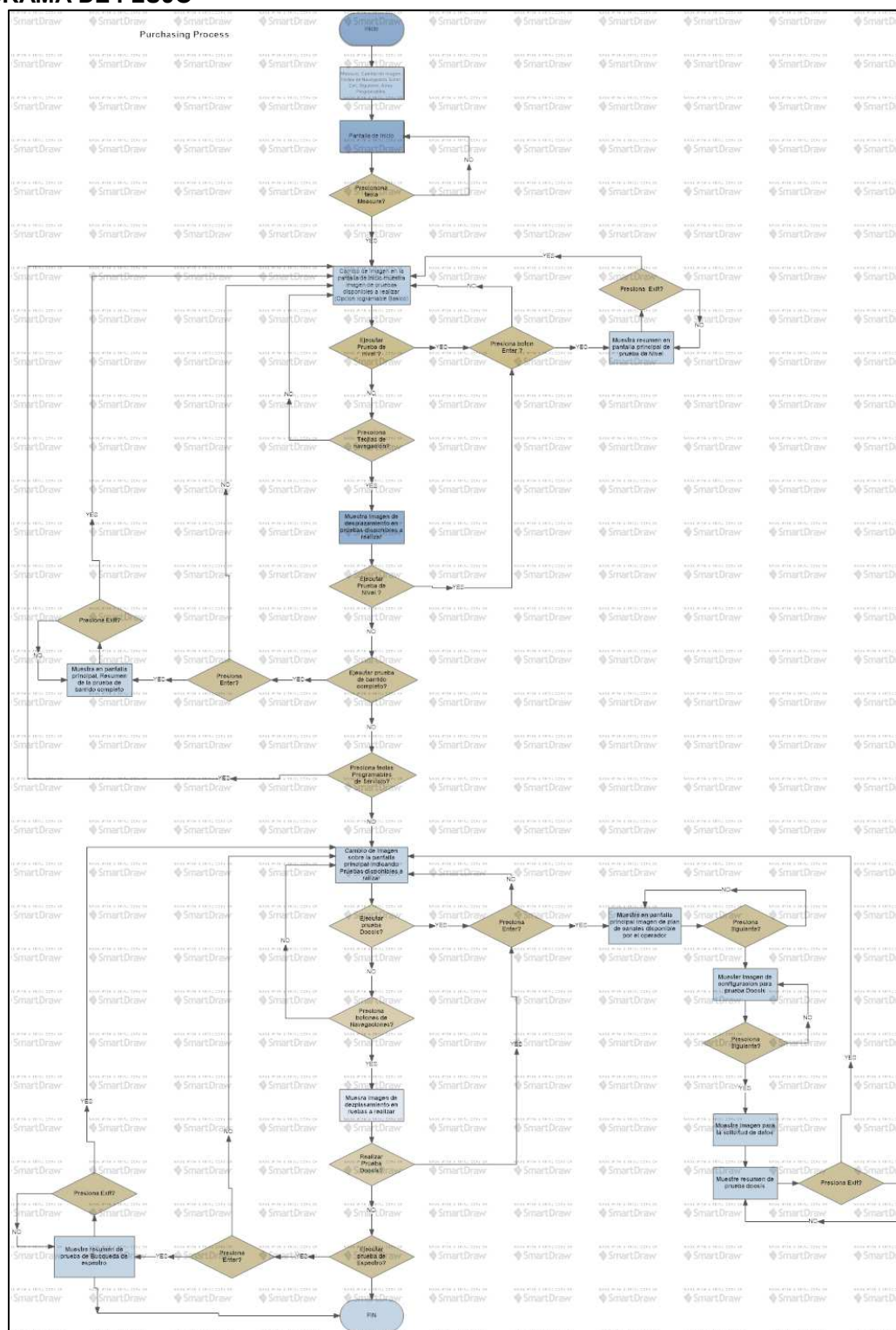


Figura 35. Diagrama de flujo (Descripción funcionamiento de la interfaz)
Fuente Autor.

5. DESARROLLO DE LA INTERFAZ INTERACTIVA

La interfaz interactiva se diseña a través de la creación de una página web, donde por medio de lenguaje de programación Javascript y diseño web en *lenguaje de marcado de hipertexto* (HTML5), se crea la representación gráfica del DSAM-2000 (Figura6).



Figura 36. Diseño de interfaz en HTML5

Fuente: el autor.

A partir de esta interfaz, tanto el ingeniero capacitador, como el personal técnico y auxiliar pueden acceder a la página web a través de una dirección de Internet Protocol, específica desde cualquier dispositivo con acceso a la red en la que se encuentra la interfaz.

En esta página se podrá interactuar con el dispositivo diseñado, conociendo las funciones que el dispositivo posee y las medidas para tener en cuenta.

5.1 Descripción y estructura de la interfaz

En el diseño 3D del DSAM se activan solo los botones con los que se interactúa para hacer el registro y visualización de los parámetros de medición; una vez presionados, se hace un intercambio de imágenes sobre la pantalla principal; cada una de ellas tiene un registro fotográfico de las funciones y el registro de los parámetros que el DSAM ofrece, como se indica en la Figura 37. Los demás botones no se les genera función alguna, ya que permiten la configuración del dispositivo, que para el caso no se realiza.



Figura 37. Partes del DSAM 2000 Virtual.

Fuente: el autor.

Las funciones de los botones se realizan en JavaScript, el cual es un lenguaje de programación para la creación de páginas web dinámicas, que permite que la página web pueda interactuar con el usuario, y posibilita la manipulación y la visualización de todos los elementos.

Una página web dinámica es aquella que incorpora efectos como texto que aparece y desaparece, animaciones, acciones que se activan al pulsar botones y ventanas con mensajes de aviso al usuario⁷.

Además, se trabaja bajo el estándar HTML5, el más actual en el diseño de páginas web, con atributos y mejor manipulación de los elementos con el contenido en 2D y 3D, disponible para cualquier navegador.

En la interfaz solo se habilita el botón principal de *Measure*, el cual permite realizar las mediciones y el registro de los parámetros de la red. Igual se desarrollan interfaces para cada una de las pruebas anteriormente descritas; por ejemplo, la de nivel, como se puede ver en la Figura 38.



Figura 38. Medida de nivel del DSAM virtual.

Fuente: el autor.

Una vez se presiona *Enter*, el DSAM virtual muestra en la pantalla la gráfica que indica el nivel de potencia sobre un canal análogo, así como todos los parámetros que el DSAM físico indica (señal a ruido, delta, frecuencias de transporte y niveles de potencia), (Figura 39).

⁷ LIBROSWEB. ¿Qué es JavaScript? [En línea]. 2006-2017. (Consultado el 12 de julio de 2017). Disponible en : <http://librosweb.es/libro/javascript/capitulo_1.html>

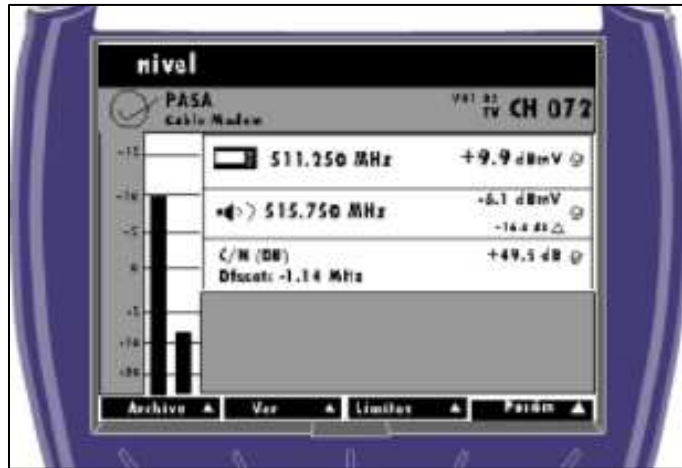


Figura 39. Nivel de potencia en canal análogo DSAM virtual.
Fuente: el autor.

Si se presiona en el teclado flecha a la izquierda, el DSAM virtual cambiará de pantalla e indicará el nivel de potencia sobre un canal digital, con los parámetros anteriormente descritos (MER, BER, error por segundo, frecuencia de transmisión), (Figura 40).

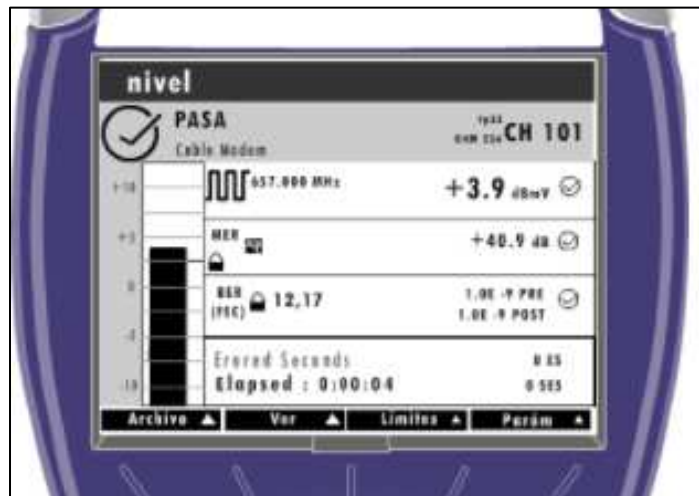


Figura 40. Nivel de potencia en canal digital en DSAM virtual.
Fuente: el autor.

Con las teclas de flechas arriba y abajo, el usuario se podrá desplazar de una función a la otra y así podrá acceder al barrido completo que se realiza con el DSAM (Figura 41).



Figura 41. Medida de barrido completo DSAM virtual.

Fuente: el autor.

Una vez se presiona la tecla *enter*, el DSAM virtual mostrará en pantalla todo el espectro del ancho de banda, como se indica en la Figura 42. También señala indicadores de frecuencias por las que se transportan los datos de audio y vídeo con su respectivo nivel de potencia y el valor del delta existente entre estos.

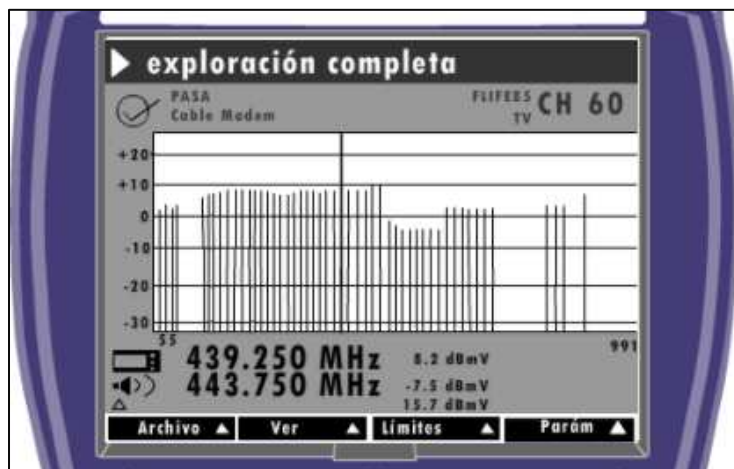


Figura 42. Función de *exploración completa* en canal análogo en DSAM virtual.

Fuente: el autor.

Para acceder a las demás funciones y poder visualizar los parámetros, presionando el boton *exit*, el dispositivo mostrará la pantalla anterior y permitirá al usuario desplazarse a la funcion requerida; como las demás funciones de la pestaña *básico* se encuentran inhabilitadas en el dispositivo físico, en el virtual no se habilitan al usuario.

Siguiendo con la pesataña *servicio*, se puede encontrar la función de DOCSIS (Figura 43), a la cual se ingresa presionando *enter*.



Figura 43. Medida DOCSIS en DSAM virtual.

Fuente: el autor.

Después de esto, el dispositivo mostrará el plan de canales configurado e indicará los canales DOCSIS por los que se enganchará el dispositivo (Figura 44).

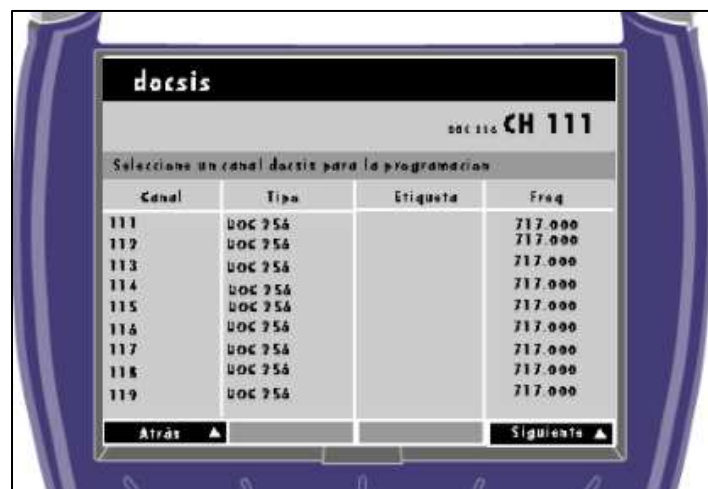


Figura 44. Plan d canales para prueba DOCSIS en DSAM virtual.

Fuente: el autor.

Si el plan de canales se encuentra bien configurado, se procede a presionar *siguiente*; el dispositivo mostrará una pantalla que indica el estándar para implementar, que para el caso se deja configurado en el estándar DOCSIS 3.0, (Figura 45).



Figura 45. Configuración versión DOCSIS para prueba DOCSIS en DSAM virtual.
Fuente: el autor.

Posteriormente se debe presionar el botón *inicio*, y el dispositivo automáticamente mostrará las pantallas de configuración y solicitud de datos al CMT (Figura 46 y Figura 47).

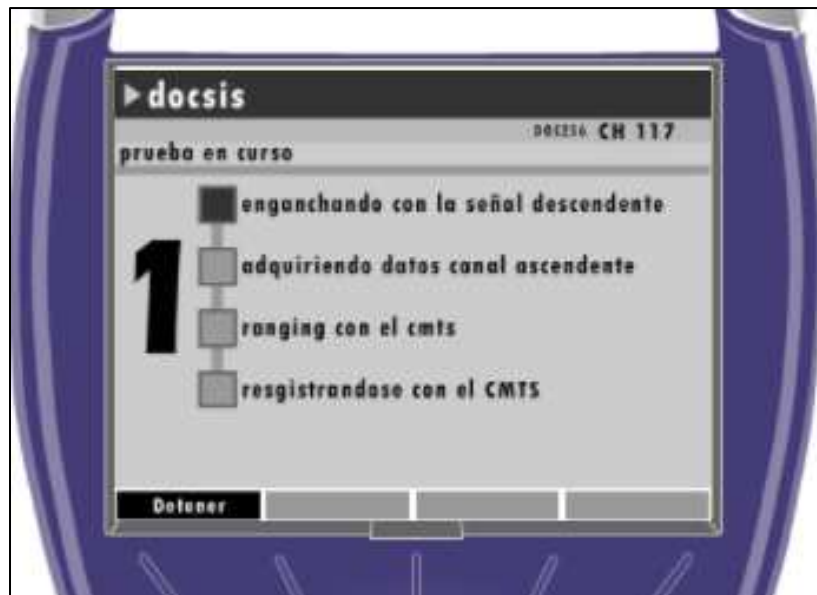


Figura 46. Configuración paso uno prueba DOCSIS en DSAM virtual.
Fuente: el autor.

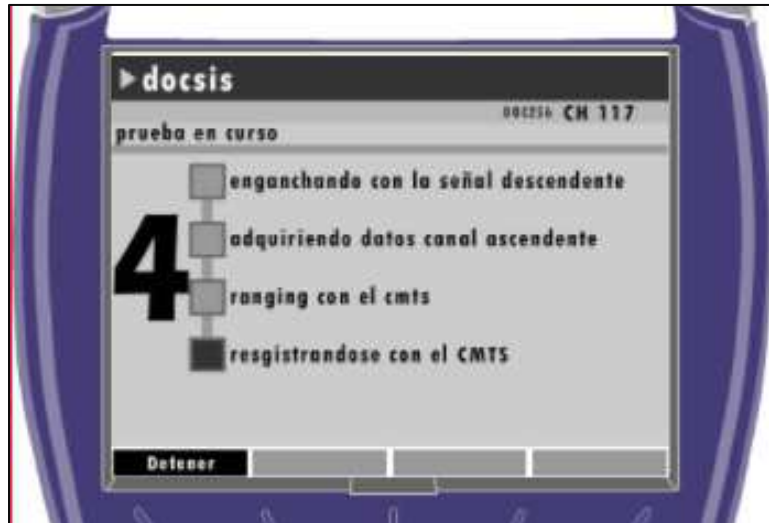


Figura 47. Configuración paso cuatro para prueba DOCSIS en DSAM virtual.
Fuente: el autor.

Luego el dispositivo indicará una gráfica que resume el estado de la red HFC, en donde se pueden visualizar niveles de energía para *forward* y *retorno*, el MER y el BER y el número de canales dedicado para el transporte de los datos (Figura 48).

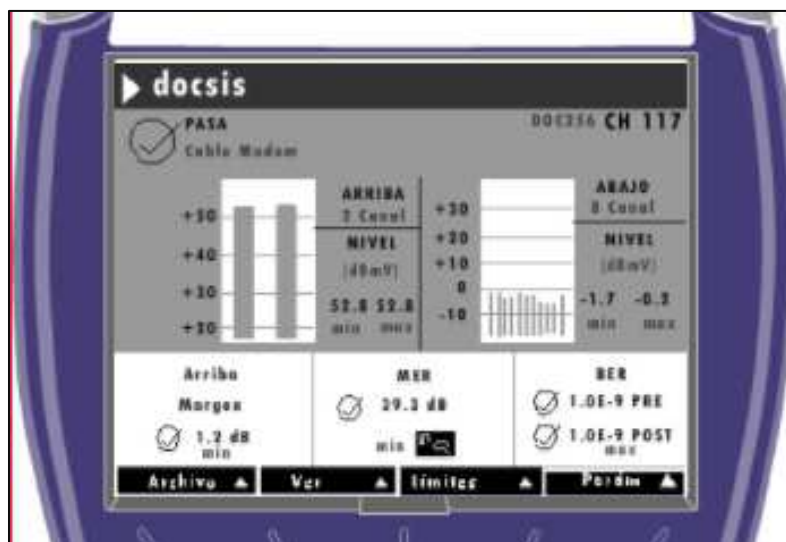


Figura 48. Resumen prueba DOCSIS 3.0 DSAM virtual.
Fuente: el autor.

Por último, se habilita la función *búsqueda de ingresos*, a la cual se podrá acceder al presionar el botón de la pestaña *espectro* y seleccionando la función *búsqueda de ingresos* (Figura 49).



Figura 49. Función *búsqueda de ingresos* en DSAM virtual.
Fuente: el autor.

Una vez ha ingresado a la función, se expondrá en pantalla del DSAM virtual el espectro sobre el total del ancho de banda trabajado. Este espectro es semiplano, indica perturbaciones nulas sobre la señal transportada (Figura 50).

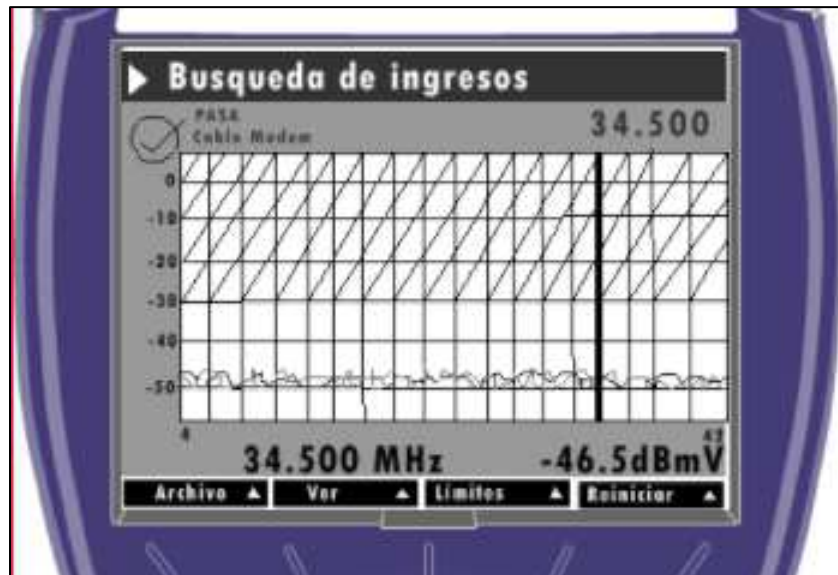


Figura 50. Gráfico de *búsqueda de ingresos* en DSAM virtual.
Fuente: el autor.

6. RESULTADOS

Se llevaron a cabo dos capacitaciones de prueba con el fin de instruir e implementar la aplicación de la interfaz sobre equipos de medición. Se evaluaron la adaptación y el funcionamiento del proceso, para determinar su eficiencia y eficacia, identificando posibles mejoras (Figura 51).



Figura 51. Primera capacitación.

Fuente: el autor.

En primer lugar, se identifica que la interfaz tiene un excelente impacto sobre el personal, ya que cada uno de los técnicos, por medio del celular personal, tiene acceso al DSAM virtual, lo que permite la fácil interacción e interpretación del manejo que se debe tener con el dispositivo físico. En el Anexo 4. Capacitaciones dictadas, se encuentra un registro fotográfico y las listas de asistencia diligenciadas en las capacitaciones dictadas al personal.

En segundo término, se resalta la ausencia de algunos parámetros para canales digitales, como por ejemplo el parámetro de exploración completa sobre un canal digital; la habilitación de la opción límites, cable módem y la opción ver, 10dB/div, para el parámetro de búsqueda de ingreso; la falta del botón de segunda función, ya que este permite tener acceso a cuatro parámetros básicos de manera fácil y rápida.

Cada uno de estos parámetros es adicionado al DSAM virtual, para complementar las funciones de los parámetros que ofrece el dispositivo.

Para validar el impacto de la interfaz en el cuerpo técnico se dictan seis capacitaciones, en donde tres de ellas son dictadas con uso de la interfaz diseñada; las otras tres no. Una vez capacitado el personal se hace seguimiento durante cinco meses a dos frentes (Técnico y auxiliar); cada uno correspondiente a uno de los grupos a los que se les dictó las capacitaciones; esto permite visualizar que el frente que fue capacitado con uso de la interfaz presenta una pendiente positiva con respecto al personal que se capacito sin uso de la interfaz; indicando un mayor número de instalaciones con el transcurso de los meses, mientras que el otro frente presenta una constante en el número de instalaciones. Como se indica en la Figura 52.

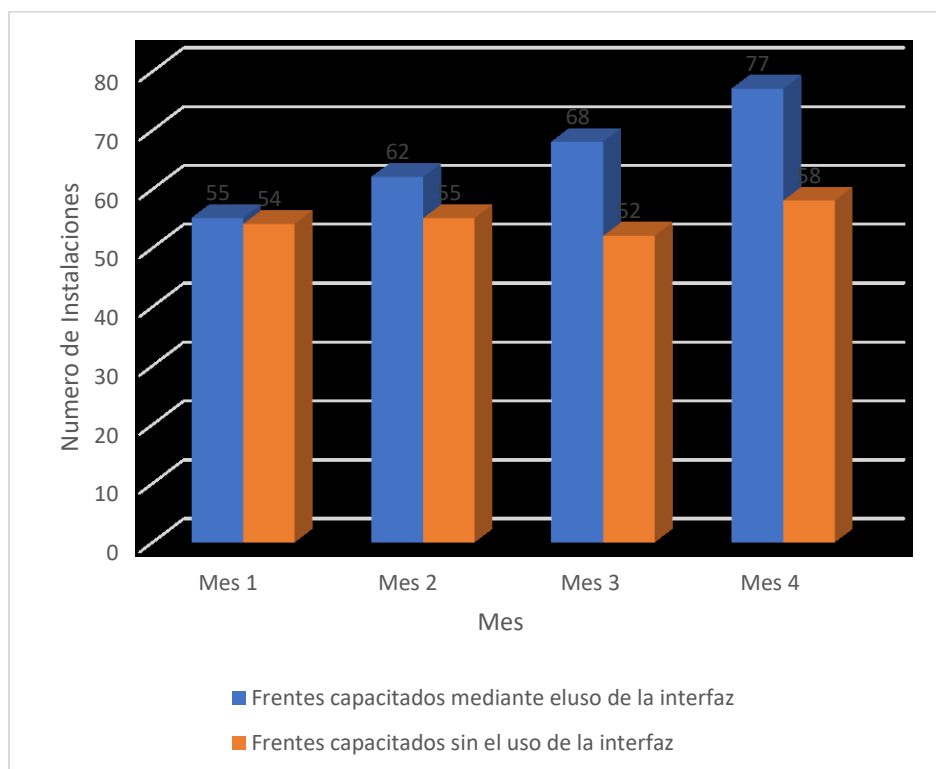


Figura 52. Seguimiento a técnicos capacitados.

Fuente. Autor.

También se elabora un manual, que explica y detalla las partes y el uso del dispositivo, la forma de conexión, las precauciones y las recomendaciones para tener en cuenta a fin de obtener el mayor provecho de la interfaz. Este manual queda de forma digital para la empresa RYE S.A. en el contrato de premisas, con el fin de brindar soporte al personal técnico y capacitador en el entendimiento y manipulación de la interfaz.

Con el fin de garantizar el agrado de la empresa con la interfaz se redacta una carta de finalización del proyecto, firmada por el director de proyectos de la empresa Redes y Edificaciones S.A. (Figura 53).

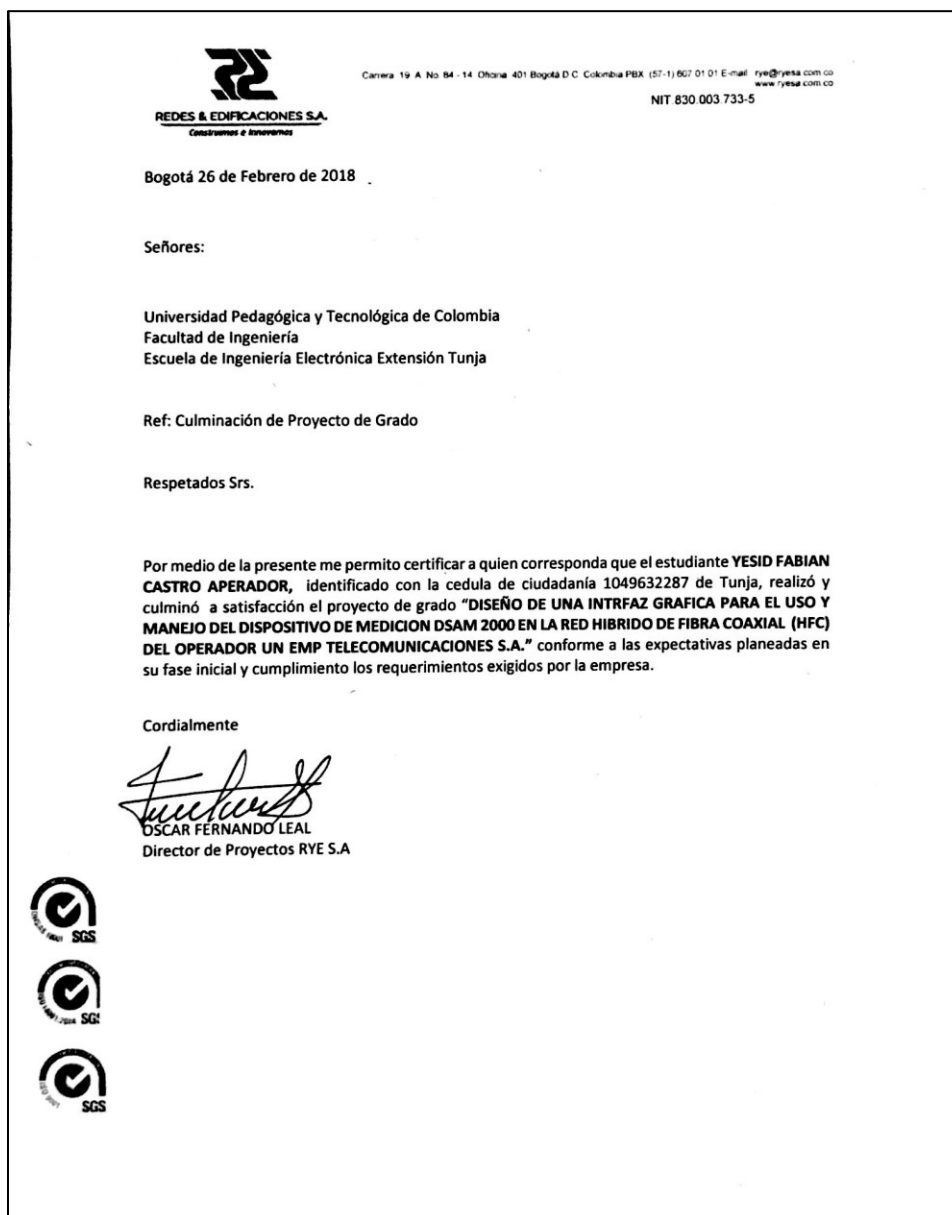


Figura 53. Carta de finalización del proyecto.
Fuente. Ing. Oscar Fernando Leal. Dir. de Proyectos

7. CONCLUSIONES

Al momento de la identificación del problema se logró concluir que muchos de los técnicos presentaban fallas al momento de realizar el registro de algún parámetro de la red, esto debido a que muchos no manipulan el dispositivo de medición DSAM 2000 durante la capacitación; por esta razón se decide realizar la interfaz gráfica, adaptable al dispositivo móvil con el que cuenta cada uno de los técnicos. por esta razón la empresa reduce los dispositivos de medición implementados en el proyecto y la necesidad de adquirir nuevos equipos, al momento de capacitar al personal.

Ya que UNE EPM TELECOMUNICACIONES S.A. cuenta con ventanas límites para cada uno de los parámetros, se realiza una conceptualización de la red con el fin de poder entender las posibles alteraciones que los datos puedan sufrir durante el transporte dentro de la red y así garantizar los niveles de cada uno de los parámetros de la red; así se concluye desarrollar la interfaz gráfica con valores promedio que cumplan dichos límites. Permitiendo al técnico retener de manera más clara y sencilla el valor promedio, con esto el técnico estará en la capacidad de atender de manera rápida y ágil ante cualquier duda que le pueda surgir al momento de realizar alguna medida con el dispositivo físico.

Dado a que se trabaja con dispositivos móviles y ya que estos no son de gama alta, se decide desarrollar la interfaz con lenguaje de programación JavaScript y lenguaje web HTML5, esto debido a que los recursos consumidos por el dispositivo son mínimos; y todo el personal podrá acceder a la misma a través de cualquier dispositivo con acceso a internet; siempre y cuando se encuentre conectado dentro del dominio de red.

Mediante el uso de la interfaz las capacitaciones dictadas pasan de ser netamente teóricas a ser teórico-prácticas, dentro del mismo espacio y menor tiempo ya que niveles mostrados de los parámetros, son registros de pruebas realizadas en campo con esto evita el desplazamiento de todo el grupo de capacitación a terreno para realizar algún registro con el equipo de medida. De esta manera se logró concluir que el uso de la interfaz mejora la forma en que las capacitaciones son dictadas y el tiempo de ejecución de estas.

Durante los meses de seguimiento para validar la aplicación se logró concluir que el personal técnico tiende a mejorar en una pendiente positiva al momento de realizar alguna instalación y registro de los parámetros en la red; a diferencia del personal que se le dictó la capacitación sin uso de la interfaz, de esta forma se pudo concluir que el uso de la interfaz permite que el personal técnico se encuentre con mayor capacidad teórica para identificar los datos en el equipo de medida indica, al momento de realizar algún registro.

Se elabora un manual de instrucciones acerca del uso de la interfaz con el fin de brindar soporte al personal técnico y capacitador para futuras capacitaciones; de esta forma la empresa cuenta con una herramienta para minimizar las posibles desconfiguraciones y los daños que se puedan generar al momento que el personal técnico manipule el equipo de medida DSAM por primera vez.

8. RECOMENDACIONES

Agregar la interfaz diseñada al servidor principal de Redes y Edificaciones S.A., para que el personal capacitado y capacitador pueda acceder en cualquier momento a ella y, de esta forma, pueda resolver dudas y brindar capacitaciones desde cualquier punto del país.

Realizar seguimiento a la interfaz diseñada con el fin de identificar posibles mejoras las cuales sean diseñadas, permitiendo complementar las capacitaciones dictadas y mejorando dicho proceso.

BIBLIOGRAFIA

Baliar V. Transmission quality estimation for DOCSIS upstream channel in Cable TV networks. Academia Nacional de Telecomunicaciones Odessa Popov. S. Kovalska. Ucrania. Publicada el 14 de Abril de 2016. IEEE.

Bolívar Meléndez, H. Cala Navarro H. TECNOLOGÍA DE REDES DE BANDA ANCHA REDES HFC. Universidad Tecnológica De Bolívar. Cartagena. 2005. Trabajo de Grado. Ingeniero Electrónico. Área de Comunicaciones.

Brecken H. Castillo S. Muhammad D. A summary of results in direct spatial antenna modulation (DSAM). Escuela de Minas. Nuevo México. Las Cruces. Colorado. México. Publicado el 2 de Septiembre de 2010.

Callejon G. Optimal Control of Intermodulation Distortion in Hybrid Fiber-Coaxial CATV Systems. Lucent Technologies Bell Labs. North Andover. MA. USA. Publicada el 12 de Marzo de 2007. Artículo IEEE.

Cartagena J. REDES HFC (HIBRID FIBER COAXIAL) Y SUS VULNERABILIDADES. Universidad Técnica Federico Santa María. Departamento de Electrónica. Valparaíso: Chile.2007.

Chen Chung K. Chih-Chu Kou. Jen-Yi P. Tsong Lee Wei. DOCSIS performance analysis under high traffic conditions in the HFC networks. China. Publicado el 27 de Febrero de 2006. ARTICULO IEEE.

CHOMYCZ, Bob. Capitulo 1 Reseña. En: Instalaciones de fibra óptica: fundamentos, técnicas y aplicaciones. (En línea). McGraw-Hill Serie de telecomunicaciones. 1998. (Consultado el 13 de abril de 2017). Disponible en: <<https://books.google.com.co/books?id=oOkkOwAACAAJ&dq=fibra+optica&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjCh9WT39TUAhWFPCYKHTcyBIAQ6AEIKjAB>>

Counterman R. Shared-channel ATM-based access for hybrid fiber-and-coaxial architectures. GTE Labs. Inc. Waltham. MA. USA. Publicada el 6 de Agosto de 2002. IEEE.

Díaz Pérez S. Granado Romero. Diseño y comparativa de redes HFC y FTTH. Universidad de Sevilla. 2014. Trabajo de grado. Ingeniero Telecomunicación. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Electrónica.

Daoping Jiang, Jianmin Zhuang, Runsheng He, Zhaofeng Zhang. High performance gain demodulate system for hybrid fiber-coaxial. Shanghai, China. Noviembre 2017. Science Direct.

Eui-Suk Jung. Eunjung Kwon. Sungwon Byon. How to Wake up Cable TV Set-Top Boxes to Send Emergency Broadcast. Busan, South Korea. Marzo 2017. Artículo IEEE.

JaeHwui Bae. JinHyuk Song. Sang-Jung Ra. Implementation and performance analysis of QAM modulator applicable to the HFC network. Jeju, South Korea. Diciembre 2006. Documento IEEE.

JDS UNIPHASE. Medidor de análisis de servicios digitales DSAM, Product Family Series. En: Manual de usuario DSAM. s.l.: JDSU, 2009, p. 2.

Kalle Suresh. M. Bui Francis. Hardware modelling of frequency recovery in an upstream demodulator for DOCSIS 3.0. Danang, Vietnam. Octubre 2014. Artículo IEEE.

Kraisin Songwatana. Phichet Moungnuol. Poranattawut Tungsakul. A quality analysis of DOCSIS Cable Modem. Chiang Mai, Thailand. Febrero 2017. Artículo IEEE.

Kun-Chen Chung. Kuo-Chi Chu. Wei-Tsong Lee. The comparison of performance issues on HFC networks. Chiang Mai, Thailand . Mayo 2005. Artículo IEEE.

LIBROSWEB. ¿Qué es JavaScript? [En línea]. 2006-2017. (Consultado el 12 de julio de 2017). Disponible en : <http://librosweb.es/libro/javascript/capitulo_1.html>

Montaño Navisoy Juan Miguel, Moreno Pineda Carlos Humberto. Software de Diseño de Redes de Television por Cable. Manizales, Colombia. Febrero 2007. .

Trabajo de grado. Ingeniero Sistemas y Telecomunicaciones. Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones. Universidad de Manizales.

Rice D. DOCSIS 3.1® technology and hybrid fiber coax for multi-Gbps broadband. SPV Tecnologías de Red. Cable Labs. USA. Publicado el 15 de Junio de 2015. IEEE.

ROJAS GIRALDO, Michael Alejandro, Sistemas de gestión de niveles de potencia de transmisión de señal CATV, (En línea). 2009. (Consultado el 15 de abril de 2017). Disponible en : <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/332/Rojas_Giraldo_Michael_Alejandro_2009.pdf?sequence=1>

Seda Sahin. Mehmet R. Tolun. Yahya Baykal. Expert System for Access Telecommunication Networks. Los Angeles, CA, USA. Julio 2009. Artículo IEEE.

Stoneback. D. The evolution of Hybrid Fiber-Coaxial cable networks to an all-fiber network. Motorola Mobility. USA. Publicada el 13 de Junio 2011. Artículo IEEE.

TELETRÓNICA. ¿Cómo funciona la radiofrecuencia? (En línea). 2016. (Consultado el 13 de abril de 2017). Disponible en : <<http://telectronica.com/como-funciona-la-radiofrecuencia/>>

UNIVERSIDAD DEL AZUAY. Medios de transmisión. Cable coaxial. (En línea). Cuenca, Ecuador. s.f. (Consultado el 13 de abril de 2017). Disponible en : <http://uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/cabcoax.htm>

Yabo Yuan. Ping Lu. Joel J. P. C. Rodrigues. Improving energy-efficiency of HFC networks with a master-slave linecard configuration. Budapest, Hungary. Noviembre 2013. Artículo IEEE.

Zunquig Z. Design green Hybrid Fiber-Coaxial networks: A traffic-aware and cooperative approach. Facultad de Ciencia de la información y Tecnología. Universidad de Ciencia y Tecnología. Hefei, China. Publicada en 29 de Noviembre 2012. Artículo IEEE.

ANEXO 1

MANUAL INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL



Instalación de la red de abonado coaxial

GERENCIA GESTIÓN HUMANA
SUBDIRECCIÓN DE DESARROLLO HUMANO
Equipo Aprendizaje Organizacional

**INSTALACIÓN DE LA
RED DE ABONADO COAXIAL**

● —————
Mario H. Valencia Alzate



EPM TELECOMUNICACIONES S.A.

Medellín – Colombia

2011



INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL

«La reproducción parcial o total de este documento no está permitida, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, térmico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de UNE EPM Telecomunicaciones S.A.».

DERECHOS RESERVADOS

UNE EPM Telecomunicaciones S.A.
Carrera 58 N° 42-125, Medellín, Colombia.

Autor: Mario Hernán Valencia Alzate, instructor Equipo Aprendizaje Organizacional
UNE EPM Telecomunicaciones S.A.

Edición: Equipo Aprendizaje Organizacional - Subdirección de Desarrollo Humano
UNE EPM Telecomunicaciones S.A.

Impreso por UNE EPM Telecomunicaciones S.A.
Medellín, Colombia.
2010



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	6
OBJETIVOS GENERALES.....	7
MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL ..	8
AUTOCONTROL No. 1.....	17
HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL	18
AUTOCONTROL No. 2.....	28
PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL	29
AUTOCONTROL No. 3.....	32
EXTENSIÓN DE LA RED INTERNA	33
<i>RED INTERNA EXPUESTA</i>	33
<i>PROCEDIMIENTO</i>	33
<i>RED INTERNA CANALIZADA</i>	37
<i>PROCEDIMIENTO</i>	37
AUTOCONTROL No. 4.....	40
EXTENSIÓN DE LA ACOMETIDA EXTERNA	41
AUTOCONTROL No. 5.....	47
INSTALACIONES EN EDIFICIOS SIN RED DE DISTRIBUCIÓN CANALIZADA	48
<i>EXTENSIÓN DE LA RED DENTRO DEL APARTAMENTO</i>	48
<i>RED DE DISTRIBUCIÓN SUJETA A LA FACHADA DEL EDIFICIO</i>	50
<i>PROCEDIMIENTO</i>	50
<i>RED DE DISTRIBUCIÓN A TRAVÉS DE DUCTOS SUJETOS A LA PARED</i>	51
<i>PROCEDIMIENTO</i>	52
<i>RED DE DISTRIBUCIÓN DESDE LA TERRAZA DEL EDIFICIO</i>	53
<i>PROCEDIMIENTO</i>	53
INSTALACIONES EN EDIFICIOS CON RED DE DISTRIBUCIÓN CANALIZADA.....	55



INSTALACIONES EN URBANIZACIONES CON RED DE DISTRIBUCIÓN CANALIZADA	58
<i>PROCEDIMIENTO:</i>	<i>59</i>
AUTOCONTROL No. 6	60
PROCEDIMIENTO PARA COLOCAR CONECTORES	61
<i>CONECTOR PARA LA RED DE ABONADO COAXIAL</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
AUTOCONTROL No. 7	65
PROCEDIMIENTO PARA PROGRAMAR EL TV	66
<i>PROGRAMACIÓN DE EQUIPO TERMINAL DE ABONADO</i>	<i>¡Error! Marcador no definido.</i>
PROCEDIMIENTO DE ENTREGA DE LA INSTALACIÓN	69
INSTALACIÓN DE CABLE MODEM	70
AUTOCONTROL No. 8	74
RESPUESTAS A LOS AUTOCONTROLES	75

INTRODUCCIÓN

La Red de abonado coaxial, también denominada "Red de Bajada al usuario o DROP de abonado", es la parte de la red de servicios de banda ancha (RSBA), topología híbrida fibra-coaxial (HFC) comprendida entre el punto de acceso terminal (TAP) y el equipo terminal de abonado (ETA). Esta red se construye en cable RG-6 o combinado RG-6 y RG-11, según criterios técnicos basados en:

- Nivel de señal disponible en el multitap
- Distancia al equipo del usuario
- Número de equipos a conectar

El propósito de este instructivo es describir los materiales, las herramientas y los procedimientos necesarios para llevar a cabo la instalación la red de abonado coaxial, según las normas técnicas establecidas en UNE EPM TELECOMUNICACIONES S.A. En este instructivo se ilustran diversas situaciones de índole general con las que puede encontrarse el instalador, tales como redes expuestas, redes canalizadas, instalación en construcciones individuales, en urbanizaciones y algunos posibles casos que pueden presentarse en instalaciones de edificios. Sin embargo, podría decirse que existen tantos casos como instalaciones haya y por eso es muy importante que el Instalador desarrolle un buen sentido común que le permita tomar decisiones acertadas frente a cualquier situación que no se encuentre ilustrada aquí.

OBJETIVOS GENERALES

Al terminar este curso, los aprendices deberán estar en condiciones de:

Identificar cada una de las partes constituyentes de la red de abonado coaxial.

Describir el procedimiento para la instalación de la red de abonado coaxial.

Realizar instalaciones de la red de abonado coaxial, de acuerdo con las normas establecidas en UNE

Describir el procedimiento para realizar mantenimiento a la red de abonado coaxial.

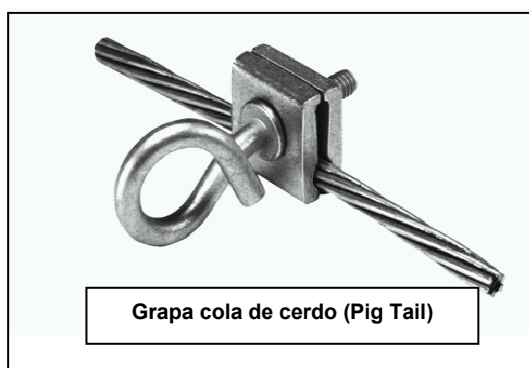
MATERIALES UTILIZADOS PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL

OBJETIVO

Identificar y describir los materiales utilizados para la instalación de la red de abonado coaxial

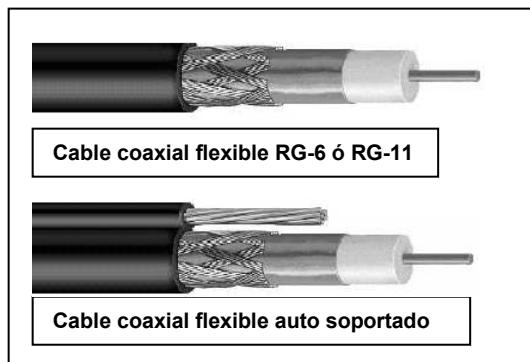
La Red de Abonado es aquella parte de la red híbrida fibra óptica-coaxial (HFC) que está comprendida entre la el punto de acceso terminal (TAP) y el equipo terminal de abonado (ETA). Hacen parte de ella los siguientes elementos:

Grapa cola de cerdo (Pig-tail)



Es un elemento que soporta la tensión del cable coaxial que va hacia el abonado. Está compuesto por dos platinas moldeadas para sujetarlas al cable mensajero, un tornillo con tuerca para ajustar las platinas y un extremo figurado en forma de cola de cerdo, para colocar el tensor que sujeta el cable coaxial.

Cables coaxiales RG-6 y RG-11



Los cables coaxiales RG-6 y RG-11 son los elementos encargados de conducir las señales eléctricas de RF entre el punto de acceso Terminal (TAP) y el equipo terminal de abonado. Se denominan coaxiales porque el conductor central del cable está rodeado por otro conductor igualmente cilíndrico en la parte externa, ambos con los mismos ejes axiales.

Conectores



Son los elementos utilizados para unir el cable coaxial con los elementos pasivos de la red de abonado y con los equipos terminales de abonado.

Grapas plásticas



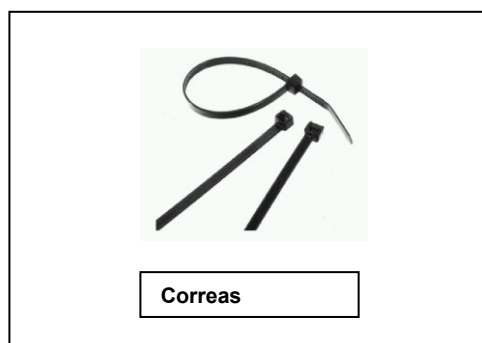
Con ellas se fija el cable coaxial en el interior de las construcciones y, eventualmente, en exteriores. Son fabricadas en polietileno de alta resistencia al impacto, con estrías en su interior para una mejor retención del cable. Se fijan a la pared con clavos de acero de $\frac{3}{4}$ ".

Chazo plástico



Los chazos plásticos son los elementos utilizados para fijar la argolla redonda a las fachadas de las casas. La dimensión comúnmente utilizada es 5/16".

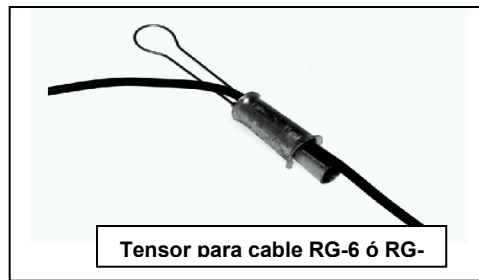
Correas dentadas



Se usan para amarrar el cable coaxial flexible a los cables rígidos o al mensajero, hasta llegar con él frente a la fachada de la construcción. Las correas dentadas tienen una longitud de 15cm., se fabrican en materiales resistentes a la intemperie y no son reutilizables.

Tensor (Span clamp)

Se utiliza para tensionar el cable coaxial que va hacia el abonado. Se sujeta en el pig tail y está compuesto por dos piezas, una de las cuales tiene una guía semi acanalada para ubicar el cable evitando su deformación.



Las dos piezas se ensamblan (una dentro de la otra) para aprisionar el cable en su interior. Es fabricado para cable RG-6 y RG-11.

Argolla Redonda



Se instala en la fachada de las construcciones para recibir al tensor que aprisiona el cable coaxial. Está fabricada en acero galvanizado en caliente. Su punta cónica roscada posibilita un buen agarre en el chazo y la abertura que tiene en el otro extremo facilita el ingreso del tensor.

Bujes plásticos



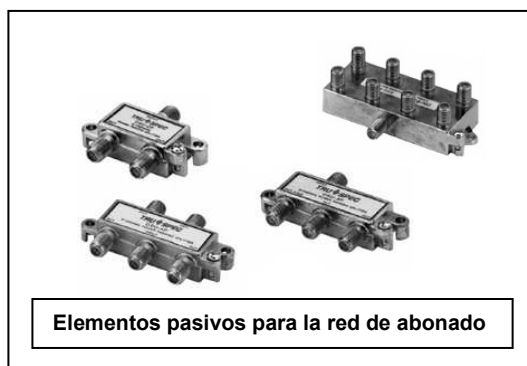
Son elementos plásticos utilizados para proteger y mejorar la estética de la red de abonado en las perforaciones de los muros por las que es necesario pasar el cable coaxial. Se usan de color negro en el exterior de la fachada y blancos o transparentes en interiores. Todo cruce de muros requiere bujes en ambos lados.

Cinta aislante



Se utiliza para darle firmeza a las uniones de la cinta para pesca con el cable coaxial. De esta manera se facilita el paso de la red de abonado a través de las canalizaciones.

Elementos pasivos



Los elementos pasivos para la red de abonado son, en esencia, divisores y multitap con idénticas funcionalidades a las de los usados en la red externa. La diferencia radica en que éstos son exclusivamente para usar dentro de las edificaciones. Los multitap se utilizan básicamente en redes de abonado de edificios.

Balum de 75-300 ohmios



Este es un dispositivo usado para acoplar la impedancia de 75 ohmios de la señal que llega a través del cable coaxial, con el conector de 300 ohmios que tienen algunos televisores. En vista de la poca utilización que tiene actualmente este elemento, ya no hace parte de los materiales del instalador. Sin embargo, en caso de necesitarse, el instalador debe estar en capacidad de orientar al usuario para que lo adquiera particularmente.

Planillas para informe de instalación y reporte de materiales

A pesar de que toda orden de servicio, bien sea de instalación o de mantenimiento, se cumple o cierra a través de alguno de los sistemas de información dispuestos por UNE para este fin, es necesario que el cliente firme el respectivo informe de instalación y de materiales y equipos utilizados.

El informe de instalación contiene los siguientes campos:

- Información general: se refiere, básicamente, a información personal del cliente.
- Tipo de acceso: allí se indica el tipo de red de acceso utilizada para la prestación del servicio.
- Tipo de servicio: en este campo se debe señalar, en la casilla correspondiente, el tipo de servicio que se acaba de instalar.



- Descripción del servicio: aquí se indica cuál fue el propósito de la visita: instalación, cambio, traslado, retiro, queja u otro. Además, debe indicarse si la visita fue o no exitosa y la razón de en caso negativo.
- Firma de quien entrega y recibe: esta casilla nunca debe dejarse en blanco.

La planilla de materiales y herramientas contiene casilla para:

- Materiales: debe indicarse el tipo y cantidad de material utilizado en la instalación principal (afiliación), en las extensiones y el total.
- Equipos: en este campo se registra el tipo de equipo utilizado, según el servicio que se vaya a prestar (MODEM, consolas, tarjetas, decodificadores, entre otros).
- Accesorios: son los elementos que, normalmente, debe llevar consigo el equipo instalado (antenas, baterías, fuentes, adaptadores, entre otros)

Actualmente la orden de servicio se entrega de manera virtual en una terminal móvil de comunicaciones y, al finalizar la instalación, el instalador registra en este dispositivo los materiales utilizados. Sin embargo, al usuario se le deja constancia de visita, con la planilla de informe de instalación, y de registro de materiales, en una planilla dispuesta para con este propósito.



INFORME DE INSTALACIÓN

Informe de Instalación

AÑO MES DÍA PEDIDO

INFORMACIÓN GENERAL

Entidad / cliente:

Tipo de documento: Cédula ☐ NIT ☐ Número de documento: Contrato:

Puerto/ACP: Dirección:

Teléfono: Departamento: Municipio:

Hora de llegada del funcionario: Hora de salida del funcionario:

TIPO DE ACCESO

Inalámbrico ☐ Wimax ☐ PDH ☐ SS ☐ Wipll ☐ Cobre ☐ HFC ☐ Fibra ☐

TIPO DE SERVICIO

☐ Internet Banda Ancha

☐ Hogar Seguro

☐ Adición IP

☐ VoIP

☐ Otro: Cual?

☐ Internet Alta Velocidad

☐ TV Digital

☐ Telefonía Básica*

☐ LP _ PCM

☐ Internet Conmutado

☐ IPTV

☐ Telefonía CDMA

☐ RDSI BRI

☐ Internet Dedicado

☐ TV Empresarial

☐ Telefonía GSM

☐ RDSI PRI

☐ Internet kids

☐ TV Residencial

☐ ToIP

☐ Multinet

☐ Internet Play

☐ Triple Play

☐ Movilidad

☐ Sistema 2M - E1

☐ Lan To Lan

☐ Multilan

☐ Centrex IP

☐ VPN

Velocidad: Login: Password:

Dirección IP₁: Dirección IP₂: Dirección IP₃:

WAN: LAN: Tarjeta DSLAM:

* Toda instalación nueva de telefonía, tiene conectado completamente gratis el servicio de código secreto TE PROTEJO, para garantizar la seguridad y evitar que personas no autorizadas hagan uso de ella. La clave de este servicio son los últimos 4 números de la cédula, sin embargo le recomendamos cambiarla cuando tenga instalado el servicio, siguiendo las instrucciones que se encuentran en las páginas informativas del Directorio Telefónico.

"El usuario y la contraseña que se utiliza para el ingreso al portal del servicio de Telefonía Básica sobre IP son confidenciales y están bajo su responsabilidad, le sugerimos ingresar a la página www.une.com.co/telefoniae y cambiar su contraseña".

DESCRIPCIÓN SERVICIO

La visita realizada fue para atender un (una): Instalación ☐ Cambio ☐ Traslado ☐ Retiro ☐ Queja ☐

Servicios profesionales ☐ Servicios temporales (eventos) ☐ Estudio de factibilidad ☐ Otra razón: cuál?

El resultado de la visita fue: Exitoso ☐ No exitoso ☐

En caso de no ser exitoso indique la razón: Pendiente imputable a cliente? ☐ Pendiente imputable a UNE? ☐

Código del pendiente: Nombre del pendiente:

Se presentó cambio en la red asignada? Si ☐ No ☐

Actualizó la red? Si ☐ No ☐ Con quién?

Observaciones:



INFORME DE MATERIALES Y EQUIPOS

Materiales y Equipos

AÑO MES DÍA

PEDIDO

Nombre Cliente

Dirección

Teléfono

Ciudad/Municipio

Producto

Materiales	AFI	EXT	CAN	Materiales	AFI	EXT	CAN	Materiales	AFI	EXT	CAN
Cable Neoprene				Conectores UY				Pigtail (Red Coaxial)			
Cable UTP				Conector RJ 9				Soporte de Distribución			
Cable RG 6				Conector RJ 11				Cierre Acero Inoxidable			
Cable RG 8				Conector RJ 22				Cinta Acero Inoxidable			
Cable RG 11				Conector RJ 45				Cinta Enmascarar			
Cable Distribuidor				Conector RG 6				Cinta Vinilo			
Alambre Plástico (Blanco)				Conector RG 8				Cinta Autofundente			
Alambre Duplex 16				Conector RG 11				Unión F 81			
Filtro Radio Frecuencia				Conector DB 9				Toma Hembra			
Microfiltro				Conector DB 15				Caja TR			
Splitter Telefónico				Conectores Neoprene 557				Grapas Coaxial			
Splitter 2 vías				Bloque Conexión un par				Grapas Telefónicas			
Splitter 3 vías				Chupo				Tensor			
Splitter 4 vías				Espiral (Protect Fibra- energía)				Toma Corriente			
Correas (10, 20 ó 30 cms)				Terminal a Tierra				Tornillos Rack			
Canaleta				Gancho Autosuspensión				Chazos			
Argollas Redondas				Protector de Línea				Soldadura			
Argollas Tensoras				Ficho Marcación Línea							

Equipos	Cantidad	Equipos	Cantidad	Equipos	Cantidad
Teléfono Digital		HFC - CABLEMODEM (Convencional)		SIM Celular	
NT (Network Terminal)		HFC - CABLEMODEM (Router)		Teléfono Celular	
CPE Wimax Convencional		HFC - CABLEMODEM WIFI		SET UP BOX	
Router WIFI		COBRE - CPE ADSL (Convencional)		Kid Play (Manillas)	
Router Convencional		COBRE - CPE ADSL (Router)		Consola Play	
T.A (Terminal Adaptador)		COBRE - ADSL WIFI		Switch	
Antena Externa Wimax		CDMA LSP 2000		Decodificadores	
ATA		CDMA LSP 2300		GSM - MSIM	
SPR (Antena)		Equipo Pair Gain		GSM ZTE 3000	
SDA (Unidad Interna)		Equipo E1 (1640 - 1642 - 1650)		Transmisión SDH	
Patton V-35		Equipo GDC		Tarificador	
Patton - LAN		Tarjeta GDC		Tarjetas TDM 04 B - TDM 808 B	

Accesorios	Cantidad	Accesorios	Cantidad	Accesorios	Cantidad
Antena Omni		Batería 12 Vdc		Antena Yagui	
Antena Direccional		Fuente Alimentación		Adaptador	
Antena 12 DB		Unidad Remota (UR)		Mástil - Abrazadera	
Radio Transeptor		CD		Ménsula	
Cable de Red		Manual		Cable Telefónico	

Trabajos Realizados							
Código	Cantidad	Descripción	Valor	Código	Cantidad	Descripción	Valor

Entrega ☐

Retiro ☐

Cambio de Equipo ☐

Equipos					Propiedad
Marca	Modelo	Serial	Mac		UNE - SUS

Observaciones:

Entrega

Nombre(s)

Reg ó CC(s)

Firma(s)

Recibe

Nombre

NIT ó CC

Firma

FP-092

AUTOCONTROL No. 1 (Materiales)

A cada una de las proposiciones de la columna de la izquierda le corresponde una respuesta de la columna de la derecha. Coloque en el paréntesis la letra correspondiente.

- | | | |
|-------|---|--------------------------------|
| 1.() | Se utiliza en el último tramo de la red HFC | A. Argolla redonda |
| 2.() | Con él se fija el cable coaxial a los elementos pasivos y al equipo terminal de abonado | B. Cable flexible RG-6 ó RG-11 |
| 3.() | Se ubica en las fachadas y sirve para sostener el cable coaxial flexible | C. Buje plástico |
| 4.() | Se ubica uno a cada lado del muro para proteger el cable y mejorar la estética de la red de abonado | D. Tensor (span clam) |
| | | E. Conector |

Seleccione la respuesta correcta:

5. La red que está entre el multi tap y el equipo terminal de abonado se denomina:
- a. Red híbrida fibra óptica coaxial
 - b. Red de distribución coaxial
 - c. Red de abonado coaxial
 - d. No se
6. El elemento utilizado para tensionar el cable coaxial que va hacia el usuario se le llama:
- a. Pig tail
 - b. Splitter
 - c. Span clamp
 - d. No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale si es Verdadero o Falso:

- | | | | |
|-----|---|-----|-----|
| 7. | Las correas dentadas, los chazos plásticos, grapas y cinta de vinilo también hacen parte de los materiales utilizados por el Instalador | (V) | (F) |
| 8. | Los elementos pasivos utilizados en interiores cumplen las mismas funciones que los usados en la red externa | (V) | (F) |
| 9. | Los divisores de la red de abonado coaxial son, básicamente, de dos, tres y cuatro vías | (V) | (F) |
| 10. | El balun de 75-300 ohms es un elemento utilizado para acoplar impedancias entre la red y el equipo terminal de abonado | (V) | (F) |

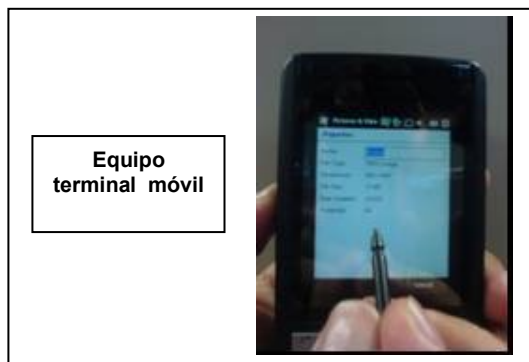
HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL

OBJETIVOS

Describir las herramientas que se utilizan en la extensión de la red de abonado coaxial

Explicar su utilidad en la ejecución de esta actividad

Equipo terminal móvil



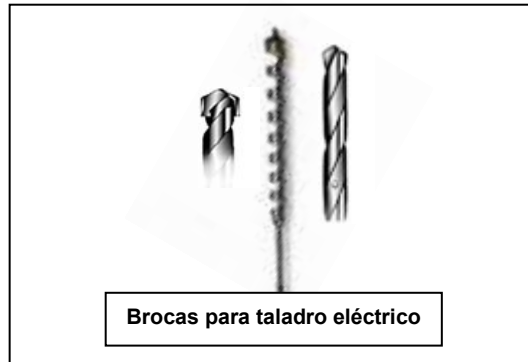
Es una herramienta utilizada para entregarle al técnico todos los datos referentes a la instalación y, a la vez, para que el técnico registre en él todas las actividades realizadas durante este proceso.

Taladro eléctrico giropercutor



El taladro es una herramienta fundamental para llevar a cabo la instalación de la red de abonado coaxial. Para esta actividad se recomienda un taladro percutor, liviano y de 1/2".

Brocas para taladro eléctrico



Las brocas utilizadas en el taladro eléctrico tienen estas dimensiones: 5/16"x4" (para chazos), 3/8"x12" y 1/2"x12" (para atravesar muros con cables RG6 y RG11 respectivamente) y 3/8"x4" (para metal o madera).

Pinza cortante o cortafrío



Es la herramienta utilizada para cortar el cable coaxial, el conductor central o cualquier otro alambre que sea necesario utilizar durante el proceso que se describe. Debe evitarse cortar con esta pinza alambres de acero como el portante del cable, por ejemplo.

Pinza de punta



La pinza de punta se utiliza para retirar desperdicios de alambre, para ajustar o rematar las puntas sobrantes en la unión de la cinta para pesca con otros alambres, para enderezar el conductor central cuando no esté bien diseccionado.

Alicate de 8"



Se utiliza para cortar el cable coaxial y su portante, para realizar los entorches entre el cable y la cinta para pesca, para ayudarse en la canalización de la cinta para pesca y para cualquier otra actividad que requiera de la aplicación de fuerzas superiores a las que puede ejercer la mano del operario.

Flexómetro



El flexómetro es la herramienta que le posibilita al instalador realizar todas las mediciones necesarias para llevar a cabo la instalación de la red de abonado, de acuerdo con las normas establecidas en UNE.

Martillo de punta y peña



Los martillos empleados durante las actividades de instalación de la red de abonado son de dos dimensiones y de uso general:

- Martillo de 200 gramos: este martillo se utiliza básicamente para la colocación de grapas.
- Martillo de 500 gramos: utilizado para hacer perforaciones con taladro manual y colocar chazos.

Lienza de 20 ó 30 metros



La lienza es una herramienta utilizada para realizar mediciones mayores de tres metros (que es la longitud total de un flexómetro). Con ella se mide, por ejemplo, la totalidad del cable utilizado en una instalación de abonado coaxial.

Pelacable



La herramienta pelacable se requiere para retirar la chaqueta aislante al cable RG-6 ó RG-11. A la vez que retira esta chaqueta, el pelacable deja al descubierto el enmallado del cable y un tramo de hilo central que es el que realiza la unión eléctrica.

Herramienta para compresión axial



Esta herramienta se utiliza para colocar el conector en el terminal del cable coaxial. También existen de compresión radial, según el tipo de conector que se esté utilizando, pero ésta no es utilizada actualmente en UNE.

Candado de seguridad con carga de 75 ohmios



El candado de seguridad es un dispositivo de protección contra el robo de señal, a la vez que provee una carga de 75 ohmios para evitar el ingreso de ruido a la red. Se instalan en los tap que no han sido asignados a algún usuario.

Llave para candado



La llave para candado se utiliza para retirar los candados de seguridad de las bocas del multitap, en el momento de instalar un punto de señal determinado o de reinstalar el servicio a un usuario.

Multímetro digital



Es un instrumento utilizado para medir los parámetros eléctricos de la red coaxial. Con él se puede detectar, por ejemplo, posibles tensiones inducidas en la red. Es muy importante la utilización del multímetro siempre que se vaya a realizar una instalación para prevenir posibles daños a los equipos.

Casco y gafas de seguridad



El casco es un elemento de seguridad que protege la cabeza de golpes y de contactos con circuitos eléctricos. Las gafas de seguridad son elementos diseñados para proteger la vista del operario mientras trabaja. El casco de seguridad se debe utilizar en todo trabajo de construcción: en campo abierto, mantenimiento de redes, instalaciones, manejo de equipos y de materiales pesados. Las gafas deben utilizarse durante las actividades de perforación de muros con taladro, colocación de grapas y en cualquiera otra actividad en la que se considere que haya riesgo de desprendimiento de partículas que puedan penetrar en los ojos. Estos y los demás elementos de seguridad siempre debe llevarlos consigo el instalador.

Guantes de seguridad



Los guantes son elementos de seguridad que deben ser utilizados por el Instalador para la manipulación de la cinta para pesca, extensión de cable, trabajo en alturas y durante cualquiera otra actividad con la que se tenga algún riesgo de maltratar las manos.

Arnés de seguridad



Es un conjunto de bandas acopladas que reparten por distintas zonas del cuerpo los esfuerzos originados por una posible caída. Protege al operario contra caídas y permite recuperarlo. Debe utilizarse siempre que se trabaje en alturas.

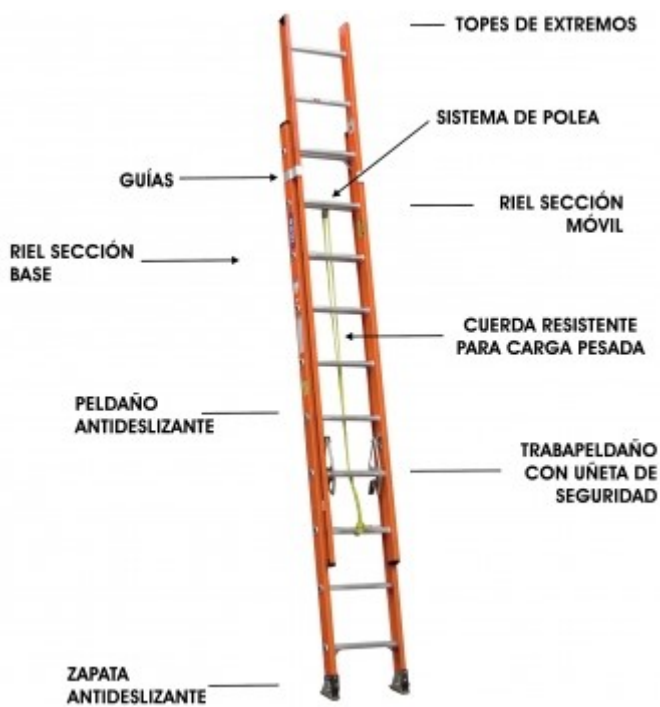
Avisos de seguridad y cinta reflectiva



Los avisos de seguridad son de diferentes formas, tamaños y materiales: balizas o conos plásticos, avisos en madera y vallas metálicas. La cinta reflectiva es fabricada en polietileno de color naranja y tiene doce centímetros de ancha. Ambos elementos deben utilizarse siempre que se trabaje en vías públicas. Su función es servir como signo de precaución, proteger al trabajador de vehículos y peatones desprevenidos y sirven también como elementos emblemáticos de la Empresa.

Escalera con extensión de 2 ó 3 cuerpos

La escalera es una herramienta indispensable durante el proceso de instalación de la red de abonado coaxial. Puede ser de madera o de fibra de vidrio y tiene una extensión total de 5.14 y 7.56 metros. Siempre que se esté utilizando la escalera debe cumplirse con la reglamentación del Ministerio de Protección Social para trabajo en altura. De todas maneras, vale la pena señalar algunas normas de seguridad que deben tenerse en cuenta:



- Usar la escalera adecuada para el trabajo que va a realizar. Nunca puede colocarse la escalera sobre cajas, barriles, vehículos u otras bases inestables con el fin de lograr una mayor altura.
- Debe rechazarse toda escalera defectuosa o en mal estado y revisar periódicamente el estado de los largueros, peldaños, ganchos y herrajes.
- Verificar el tipo de terreno o puntos de apoyo donde se va a colocar la escalera. Debe tenerse mucho cuidado con superficies resbalosas, endebles y deformes.
- La distancia entre la pata de la escalera y la pared o poste debe ser, aproximadamente, 1/4 de la longitud de la escalera. Es decir, si la longitud de la escalera es seis metros, por ejemplo, la pata de la misma debe estar a un metro y medio del poste ($6 \text{ m.} \times 1/4 = 1.5 \text{ m.}$)
- Siempre se debe evitar balancearse sobre la escalera y nunca tratar de alcanzar algo más allá de lo que ésta le permita.
- No utilizar escaleras cuando haya vientos muy fuertes.

- Siempre que sea preciso trabajar en alturas superiores a tres metros la escalera deberá ser sostenida por otro trabajador, a menos que ésta haya sido firmemente asegurada.
- Siempre que se esté utilizando la escalera deben colocarse balizas o avisos de peligro.
- Nunca debe iniciarse la actividad sin antes haber asegurado el extremo superior de la escalera al poste o a la superficie de trabajo.
- Al operar las escaleras telescópicas, no deben colocarse las manos sobre las partes en las que resbala la sección deslizante.

Cinta para pesca

Consiste en una cinta plana, de acero, utilizada para pasar el cable coaxial a través de la canalización. Debe tenerse especial cuidado en su manejo, ya que su rigidez hace que tienda a desenrollarse fuertemente con el riesgo de ocasionar lesiones al operario. Para su manipulación debe utilizarse guantes y, si es necesario, ayudarse de otra persona en el momento de empezar a introducirla en la canalización.



AUTOCONTROL No. 2 (Herramientas)

A cada una de las proposiciones de la columna de la izquierda le corresponde una respuesta de la columna de la derecha. Coloque en el paréntesis la letra correspondiente.

- | | | |
|-------|---|---------------------------------------|
| 1.() | Herramienta para medir el cable utilizado en la instalación una red de abonado coaxial. | A. Metro |
| 2.() | Herramienta con la que se instalan conectores en el cable coaxial. | B. Pelacable |
| 3.() | Herramienta que se usa para medir las condiciones eléctricas de la red. | C. Herramienta para compresión radial |
| 4.() | Herramienta para retirar la chaqueta aislante al cable flexible. | D. Lienza de 20 ó 30 metros |
| | | E. Multímetro |

Seleccione al respuesta correcta:

5. La herramienta utilizada para pasar el cable por el interior de las canalizaciones, se denomina:

- a. Lienza
- b. Cinta para pesca
- c. Alicata
- d. No se

6. La dimensión de las brocas de muro utilizadas por el instalador son:

- a. 3/16" x 4 y 3/16" x 6"
- b. 200 gr, y 500 gr.
- c. 5/16" y 3/8"
- d. No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale la "V", si usted la considera verdadera, o la "F" si la considera falsa:

- | | | |
|--|-----|-----|
| 7. El taladro eléctrico debe ser de 1/2", giropercutor liviano para trabajo pesado. | (V) | (F) |
| 8. Los elementos de seguridad (casco, gafas, arnés, guantes y avisos de peligro) son herramientas de uso permanente durante la instalación de la red de abonado coaxial. | (V) | (F) |
| 9. El arnés de seguridad se utiliza cuando el trabajo en altura es demorado. | (V) | (F) |
| 10. Una de las herramientas necesarias para cumplir el proceso de instalación de la red de abonado coaxial es el equipo terminal móvil. | (V) | (F) |



PROCEDIMIENTOS GENERALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA RED DE ABONADO COAXIAL

OBJETIVOS

Describir los procedimientos y criterios básicos para la instalación de la red de abonado coaxial

Siempre que se vaya a realizar una instalación de la red de abonado coaxial debe seguirse el procedimiento que se describe a continuación:

- El instalador consulta en su equipo móvil la ruta que se le haya asignado para el día. Allí solamente podrá acceder a la primera orden de instalación, cuya visita ya fue confirmada por la “torre de control”. Luego de consultar la dirección y el tipo de trabajo que ejecutará, se dirige al sitio de trabajo.
- Al llegar al lugar de la instalación se debe verificar que la dirección corresponda con la que se encuentra en la orden de instalación que aparece en su equipo móvil y registrar en este equipo la llegada al sitio.
- El Instalador entra en contacto con el usuario, se identifica y, de común acuerdo con él, determina los sitios en donde se instalarán los equipos terminales de abonado (máximo cuatro). Si la necesidad es mayor, se llama al Supervisor para hacer las mediciones de nivel de señal necesarias y, según el resultado de estas mediciones, se aprueba o no la instalación de los puntos adicionales. Luego se verifica el estado del televisor, la línea telefónica y otros equipos que puedan afectarse por la acción del trabajo. El resultado de esta observación debe consignarse en la orden de servicio. Recuerde que quien manipula los equipos es el usuario, salvo previa autorización de éste.



- Seguidamente se verifica la ubicación del multitap con respecto al que tiene la orden de servicio y se confirma que la boca de tap asignada esté realmente libre. De no ser así, se lleva a la última posición el cable que está ocupando boca de tap asignada y se instala la red tal como dice la orden.
- En el caso de existir un multitap más cercano a la dirección que el asignado, y según sea el punto de acceso de la red a la propiedad del usuario, se consulta con el Área Asignaciones la posibilidad de utilizarlo y, siendo así, se registra el cambio en la orden de servicio.
- Cuando el multitap está copado y hay otro con terminales libres, se sigue el mismo paso anterior. En caso de no haber otro desde donde se pueda realizar la instalación, se cambia el pedido para el concepto “Pendiente red de exteriores”, mediante una llamada a la “Mesa de ayuda”.
- En caso de que el móvil transporte a más de una pareja, antes de que éste continúe el recorrido, la pareja de instaladores debe decidir de qué manera se va a llevar a cabo la instalación y qué tipo de herramientas y materiales necesita para hacerla. Lo demás se deja en el vehículo.
- Cuando en la residencia se encuentra alguien diferente al usuario, es recomendable llamar telefónicamente al usuario para pedir consentimiento del recorrido que se hará con la red.
- Siempre que se presente una situación que pueda propiciar malos entendidos, el Instalador deberá consignar por escrito el asunto en la orden de servicio y la hará firmar por el usuario.
- El Instalador no debe mover algo que no sea necesario o con lo que pueda presentarse alguna posibilidad de daño. Si es necesario, debe hacer saber del asunto al usuario y pedir en todo momento su consentimiento y autorización.
- Los conectores se unen al equipo terminal de abonado atornillándolos manualmente. En los elementos de dispersión o distribución (splitter, puertos de multitap, uniones) después de llevarlo manualmente hasta tope se le da 1/6 de vuelta adicional con una llave boca fija de 7/16". Esto equivale a girar un lado de la tuerca hexagonal que hace parte del conector.



- La calidad de la imagen depende del nivel de señal en boca del multitap, de la longitud de la red de abonado y del número de equipos que se van a instalar. Por tanto, cuando se tengan dudas acerca de la señal, el Instalador debe informar al Supervisor para que éste realice las mediciones necesarias.
- La señal de salida en el multitap para las señales altas (canal 78) y bajas (canal 2) están diseñadas para ser aproximadamente así: para anchos de banda de 550Mhz $H/L=15/9$ dBmV; para anchos de banda de 750Mhz, $H/L=18/9$ dBmV. Este parámetro se determinó teniendo en cuenta la tipificación de los hogares y los niveles de atenuación que pueden presentarse en la red, tanto por la longitud del cable como por los dispositivos pasivos que se instalen. Además, el nivel de señal mínimo para el servicio de CATV en los equipos del usuario debe estar entre 0 y +3 dBmV. Con base en esta información, y a partir del resultado de las mediciones realizadas, se definen los dispositivos pasivos a utilizar, la distribución de la red y el tipo de cable según las especificaciones de los fabricantes.
- Cuando el cable alimentador no pasa por el frente de la residencia, la instalación debe dejarse pendiente por motivos técnicos y solicitar el avance del mensajero.
- Cuando se trate de migraciones o transferencias de una red vieja a una red nueva, la instalación debe hacerse hasta el primer divisor que haya en la residencia (o según la orientación del Supervisor).



AUTOCONTROL No. 3

(Procedimientos generales para la instalación de la red de abonado coaxial)

En la columna de la derecha se nombran los casos en los que deben realizarse las actividades que se describen a la izquierda. Coloque en el paréntesis la letra correspondiente.

- | | |
|---|--|
| 1.() El instalador puede utilizar un multitap diferente al asignado y registrar el cambio en la orden de servicio. | A. Nunca |
| 2.() El Instalador puede iniciar la instalación y luego verificar que la dirección corresponda con la que tiene la orden | B. Al llegar al sitio de trabajo |
| 3.() El instalador debe identificarse y definir con el usuario los sitios en donde se instalarán los equipos terminales. | C. Cuando el terminal asignado está ocupado |
| 4.() El Instalador puede utilizar un terminal libre diferente al asignado y registrar el cambio en la orden de trabajo. | D. Solamente en caso de que el usuario no esté |
| | E. Cuando hay otro multitap más cercano |

Seleccione la respuesta correcta:

5. La máxima cantidad de equipos terminales de abonado que pueden instalarse es:
- Uno principal y tres extensiones
 - Uno principal y cuatro extensiones
 - Uno principal y dos extensiones
 - No se
6. En los casos de migraciones o transferencias de redes viejas a nuevas, el Instalador debe llevar la nueva red abonado hasta:
- Donde el usuario lo solicite
 - El primer splitter
 - La primera extensión
 - No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale la “V”, si usted la considera verdadera, o la “F”, si la considera falsa:

- | | | |
|--|-----|-----|
| 7. Cuando el multitap está copado y hay otro con terminales libres, éste se utiliza y se registra el cambio en la orden de servicio. | (V) | (F) |
| 8. La longitud de la red de abonado incide en la calidad de la imagen. | (V) | (F) |
| 9. Cuando el cable alimentador no pasa por el frente de la edificación, la instalación debe dejarse pendiente por motivos técnicos. | (V) | (F) |
| 10. Al unir el conector con el equipo terminal de abonado, se le debe dar 1/6 de vuelta, o girar un lado de la tuerca hexagonal, con la llave de 7/16” | (V) | (F) |

EXTENSIÓN DE LA RED INTERNA

OBJETIVO

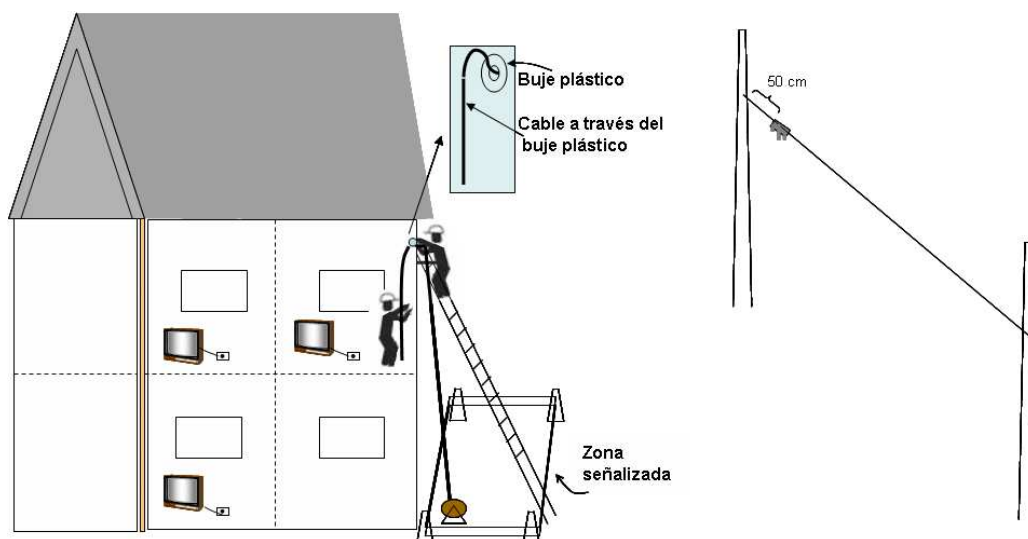
Extender y colocar el cable coaxial en el interior de la edificación, de tal manera que se cumpla con criterios técnicos y estéticos acordes con la existencia o no de infraestructuras de canalización

RED INTERNA EXPUESTA

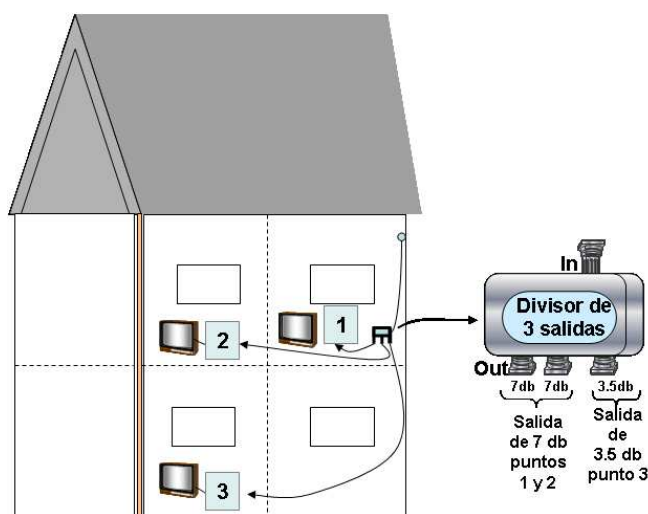
Cuando la edificación no tenga red canalizada para la extensión del cable coaxial, se informa al usuario la necesidad de realizar la instalación expuesta. Los pasos para la extensión del cable coaxial que se describen a continuación, han sido determinados con criterios de mayor agilidad en la instalación, comodidad para el Instalador y lógica procedimental. En este sentido, se considera que la extensión del cable debe iniciarse en la fachada de la edificación. Sin embargo, cuando las condiciones lo permitan, y para minimizar el riesgo de robo de la carreta de cable, se recomienda dejar la carreta en la residencia y extender el cable desde el interior de la edificación hacia el multitaip.

PROCEDIMIENTO

- Antes de iniciar la extensión de la red, tome nota del número de metros marcados en la chaqueta del cable. Esto le ayudará a determinar la cantidad de cable utilizado al final de la instalación.
- Realice una perforación en la fachada de la edificación, frente a la red de distribución coaxial. A continuación, introduzca en el cable un buje plástico para exteriores y pase el cable coaxial hacia el interior de la fachada. El cable debe recibirlo otro operario, quien debe introducir en él un buje para interiores, e instalarlo en la perforación.

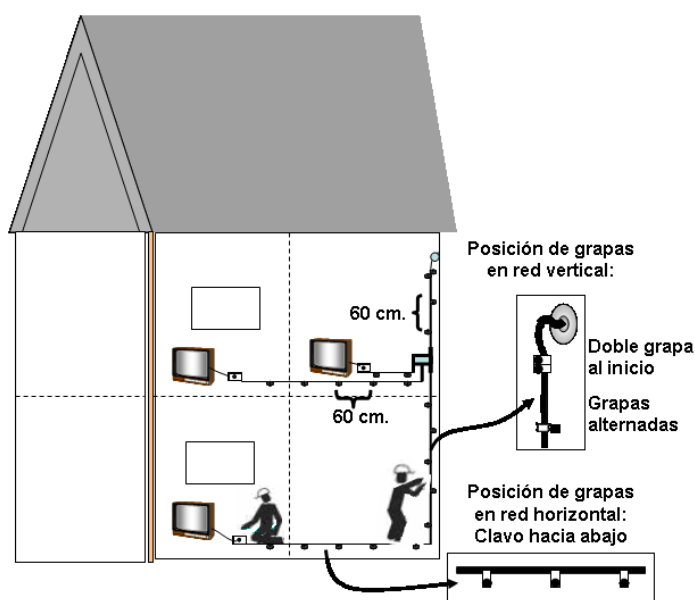


- Distribuya el cable en el interior de la edificación, según la ubicación de los pasivos y de los equipos terminales. Instale los elementos pasivos que sean necesarios, teniendo en cuenta la pérdida de los mismos. La salida de menor pérdida debe dejarse para la extensión más lejana.

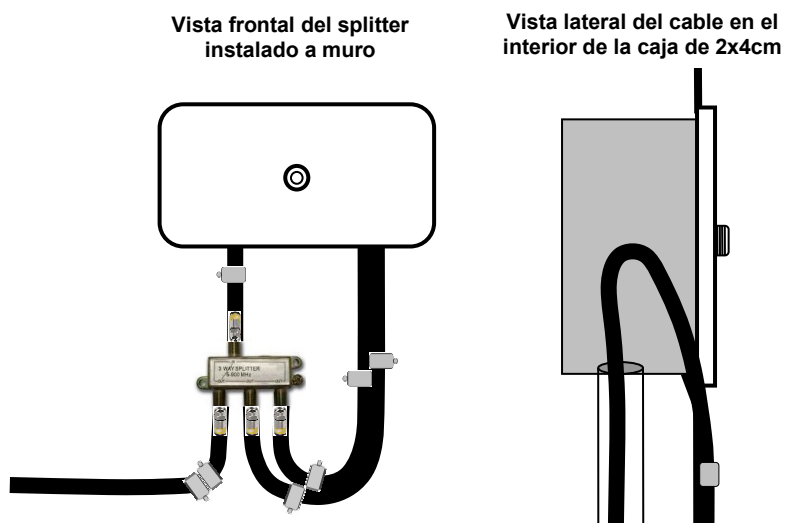


- La distancia entre grapas debe ser aproximadamente de 60 centímetros, bien distribuidas a lo largo del cable. Nunca se colocan grapas a menos de 40 cm.
- Al iniciar y al finalizar el grapado se coloca doble grapa, alternadas y unidas.

- Cuando el cable se va a colocar longitudinalmente por muro raso, las grapas se ponen alternadas.
- Cuando el cable se va a instalar verticalmente por una esquina, las grapas se colocan en un mismo sentido, buscando llevar el cable lo más arrinconado posible.
- Preferiblemente se debe instalar el cable por la parte superior de los zócalos o guarda escobas. Nunca a ras de piso, ni en las esquinas o aristas.
- También se colocan grapas a la entrada y salida del splitter a 5 centímetros de cada boca.



- Nunca se debe instalar cable partiendo muro.
- En caso de muros de tapia o de concreto, se recomienda instalar pequeños chazos de madera en los sitios donde se van a colocar las grapas.
- No es conveniente introducir los divisores (splitter) en las cajas de muro de 2x4cm, debido a que el poco espacio disponible obliga a quebrar el cable coaxial, lo que ocasiona atenuaciones de la señal que, finalmente, se traduce en mal servicio.. Por tanto, estos elementos deben asegurarse a la pared, de la manera más estética posible y siempre utilizando grapas, tal como se indica en la figura:

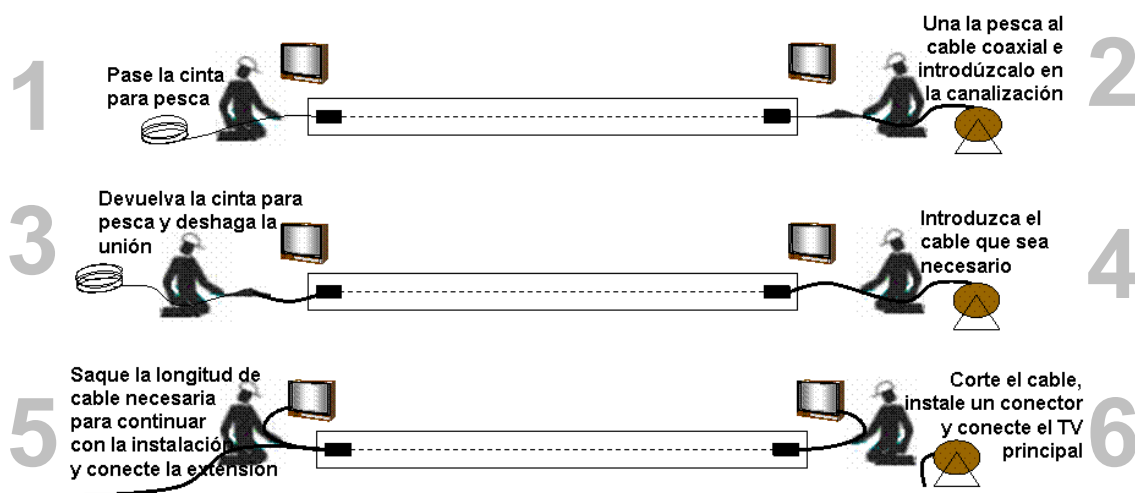


- Normalmente, se pueden dejar entre 1.5 y 2.0 metros de ventaja de red “libre” en cada punto de conexión de los equipos del usuario (o lo que el usuario solicite, siempre que sea una longitud adecuada a las necesidades de éste). Esto le permitirá manipularlos fácilmente por la parte de atrás o moverlos a lo largo de este tramo.
- En las esquinas o curvas se colocan grapas a lado y lado del ángulo.
- Antes y después de cruzar un muro se debe colocar una grapa en cada lado del mismo.

RED INTERNA CANALIZADA

Así como en el caso anterior, para la instalación de abonados coaxiales en edificaciones que tengan canalización para la red de TV, se deben tener en cuenta los mismos criterios de seguridad expuestos.

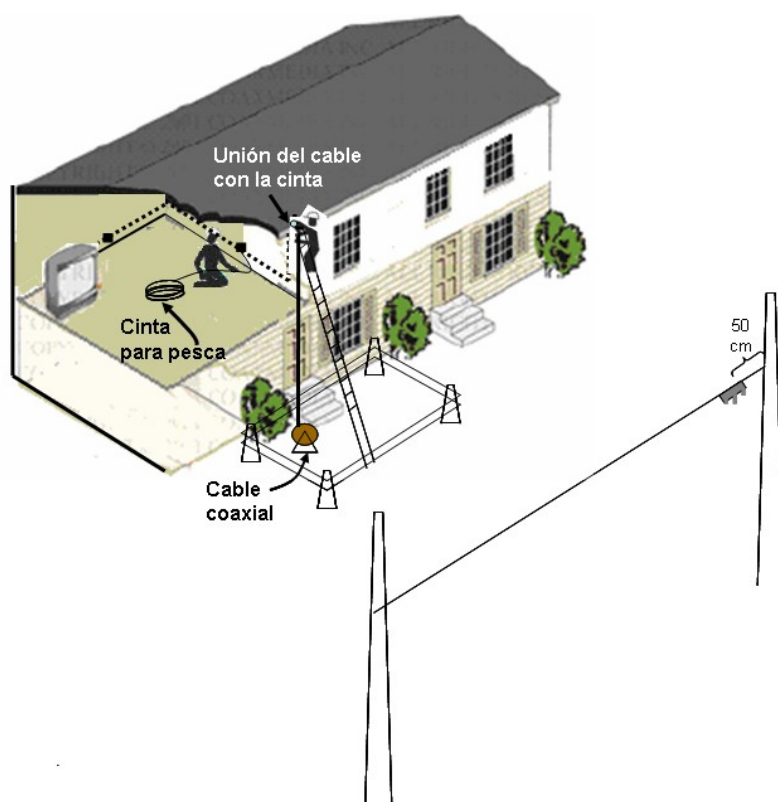
- La canalización del cable debe realizarse con cinta de acero para pesca de las siguientes dimensiones, según el ducto utilizado:
 - 1/8" x 30 metros, para ductos hasta de 1"
 - 1/4" x 30 metros para ductos mayores a 1"
- La unión del cable coaxial con la cinta para pesca debe encintarse con cinta de vinilo y lubricarse con vaselina industrial para que pase más fácilmente. En todo caso el cable coaxial se canaliza según los pasos que se describen a continuación:



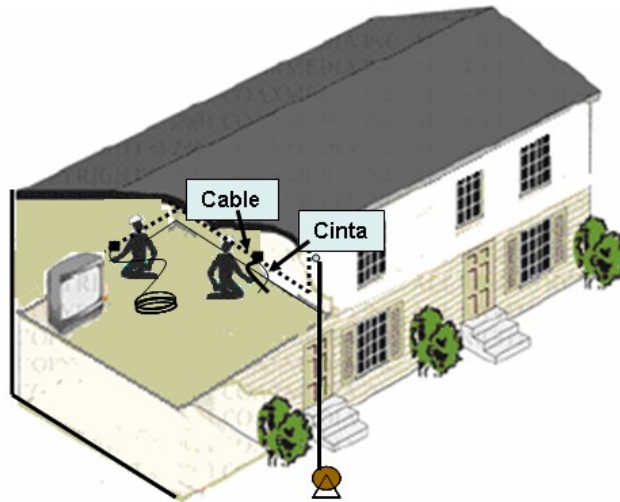
PROCEDIMIENTO

- Inicialmente destape todas las cajas para conexión que considere que hacen parte de la canalización. De ser posible, y si la canalización está ocupada, verifique los tramos de ductos entre caja y caja, halando con cuidado los extremos de las redes que asoman en ellas.

- Analice las posibles dificultades que se le puedan presentar y fórmese una idea de la manera más adecuada para iniciar el proceso de canalización del cable.
- En canalizaciones libres, la pesca se introduce en el ducto empujándola a tramos cortos. En caso de estar ocupada con redes telefónicas u otras redes coaxiales, es posible y recomendable utilizar la red existente para halar la pesca, vaciando a la vez el ducto. La red existente se devuelve posteriormente junto con la que se va a instalar.
- Pase la cinta para pesca desde el interior de la residencia con dirección a la fachada. En este sitio, introduzca un buje para exteriores y una el cable coaxial a la cinta para pesca, según el procedimiento descrito anteriormente.



- Devuelva la cinta para pesca cuando el compañero que está en la fachada le indique. Este irá empujando el cable para hacer más fácil el desplazamiento de la red por el interior de la canalización. Cuando aparezca el cable en la caja, desate la unión, repita el procedimiento en el siguiente tramo de canalización y así hasta llegar al punto en donde debe instalarse el televisor.



- En algunas ocasiones puede utilizarse otro tipo de elementos para realizar la pesca de la red, como alambre de acometida o hilo de polipropileno.
- Debe tenerse especial cuidado para no quebrar el cable, excediéndose en su radio mínimo de curvatura. El espacio que tienen las cajas de 2" x 4" x 2" ó 4" x 4" x 2", no es suficiente para alojar los divisores con sus conexiones sin quebrar el cable. Por tanto, estos elementos no deben colocarse en el interior de dichas cajas. La caja 4" x 4" x 4" es la única que permite colocar uno de ellos sin mayores dificultades y sin dañar el cable.



AUTOCONTROL No. 4
(Extensión de la red interna)

En la columna de la derecha se nombran los casos en los que deben realizarse las actividades que se describen a la izquierda. Coloque en el paréntesis la letra correspondiente.

- | | | | |
|-------|--|----|--|
| 1.() | A la unión del cable coaxial con la cinta para pesca se le aplica cinta de vinilo y vaselina para... | A. | Amarrar la pesca y vaciar el ducto |
| 2.() | Los extremos de las redes que asoman en las cajas se halan para... | B. | Realizar la pesca de la red |
| 3.() | En canalizaciones ocupadas pueden utilizarse las redes existentes para... | C. | Verificar los tramos de ductos |
| 4.() | En ocasiones puede utilizarse alambre de acometida telefónica o hilo de polipropileno para... | D. | Iniciar el proceso de canalización del cable |
| | | E. | Facilitar el paso del cable por los ductos |

Seleccione la respuesta correcta:

5. Para mayor agilidad en la instalación, comodidad del Instalador y por lógica procedimental, la extensión del cable flexible de abonado debe iniciarse:

- a. En el interior de la edificación
- b. En la fachada de la edificación
- c. En el multitap asignado
- d. No se

6. Normalmente, en cada punto de conexión se deja una punta de cable libre de:

- a. 2.0 a 2.5 metros de longitud
- b. 3.0 a 3.5 metros de longitud
- c. 1.5 a 2.0 metros longitud
- d. No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale la “V”, si usted la considera verdadera, o la “F”, si la considera falsa:

- | | | | |
|-----|--|-----|-----|
| 7. | Siempre, en los ángulos o vértices, se colocan grapas a lado y lado. | (V) | (F) |
| 8. | Si el recorrido de la línea es horizontal, las grapas se colocan con el clavo hacia arriba. | (V) | (F) |
| 9. | Cuando el recorrido de la línea es vertical, la posición de las grapas debe alternarse. | (V) | (F) |
| 10. | Preferiblemente se debe instalar el cable por la parte superior de los zócalos o guarda escobas. Nunca a ras de piso, ni por las esquinas. | (V) | (F) |

EXTENSIÓN DE LA ACOMETIDA EXTERNA

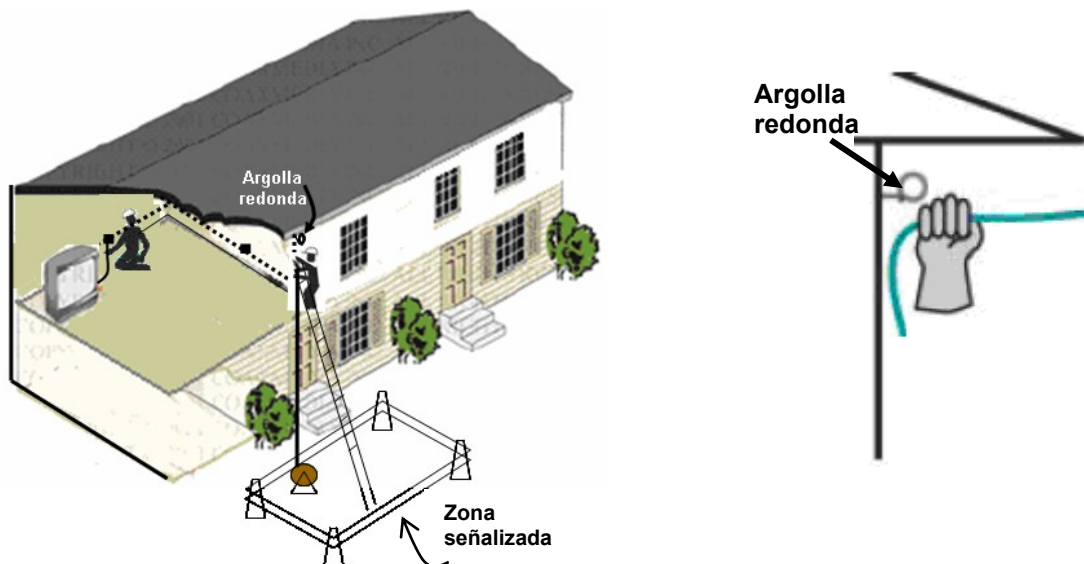
OBJETIVOS

Extender técnicamente el cable coaxial, según criterios definidos en este apartado.

Fijar el cable coaxial en cada uno de los herrajes y elementos pasivos de la red de abonado, acordes con las normas establecidas en EE.PP.M.

Cuando sea posible, y para lograr un mayor rendimiento en la instalación de la red de abonado coaxial, la extensión de la acometida externa se lleva a cabo de manera simultánea con la interna. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que algunos procedimientos requieren de la participación de dos operarios, como algunos de los descritos para la canalización de la red. La extensión de la acometida externa se realiza de la siguiente manera:

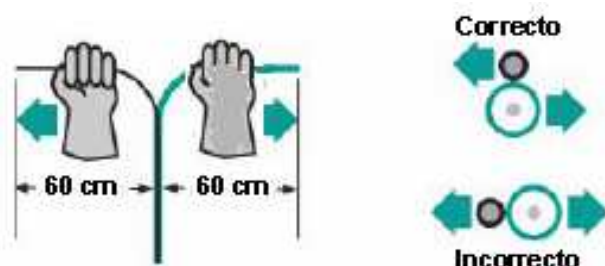
- Señalice la zona junto a la fachada de la casa e instale una argolla redonda cerca al punto de ingreso del cable coaxial. Tenga presente que no debe pasar la vía con el cable hasta cuando esté todo dispuesto en la fachada.



- Coloque un tensor (span clamp) teniendo en cuenta el tipo de cable utilizado (RG-6 o RG-11). Pase el cable a través del canal del cuerpo del tensor, aprisionándolo con la cuña, y asegúrelo en la argolla redonda que acaba de fijar.



- Algunas empresas utilizan cable auto soportado para la red de abonado coaxial. Si este fuera el caso siga este procedimiento:
 - Con la pinza cortante, inicie un corte entre el cable y el mensajero. A continuación, separe manualmente estos cables hasta una longitud de 60 centímetros, cuidándose de hacerlo como si cortara con tijera. Es decir, no los abra directamente para no correr el riesgo de romper la chaqueta del cable.

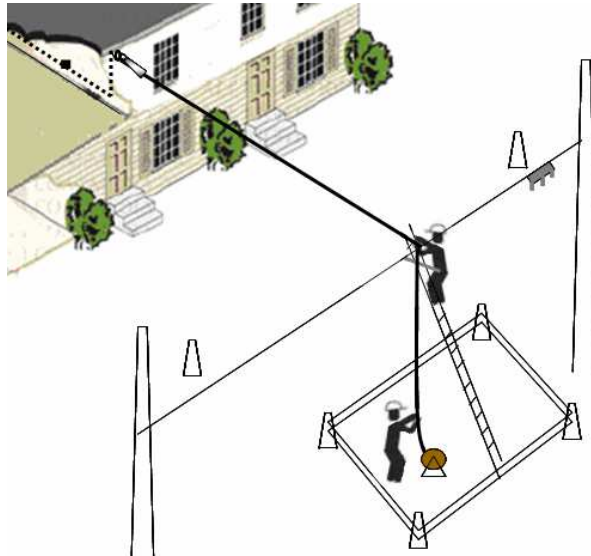


- Déle dos vueltas al mensajero por el interior de la argolla y tensionelo manualmente. Luego, envuélvalo sobre sí mismo con cuatro vueltas, de manera que quede bien ajustado.

A continuación, déle otras cuatro vueltas al conjunto cable-mensajero. Finalmente, haga un nudo al último bucle y corte el sobrante.



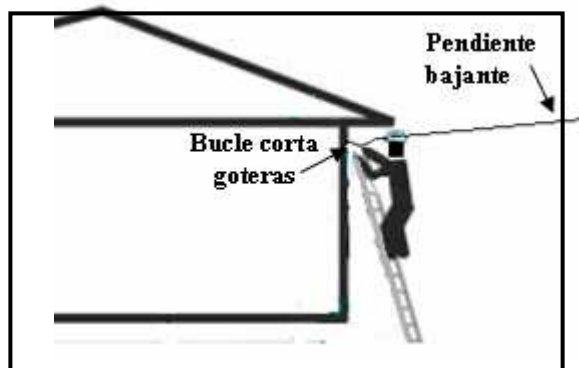
- El cable no debe llegar a la mitad de la fachada, sino a la medianería. Sólo se exceptúan de esta norma las construcciones con techo a dos aguas laterales, donde el punto central de éste o caballete puede ser el más alto y apropiado.
- El paso de la vía con el cable debe hacerse entre dos operarios y solamente después de haber tomado todas las medidas de seguridad posibles para minimizar los riesgos. Señalice la zona frente a la fachada y ubique la escalera apoyándola en el cable mensajero.



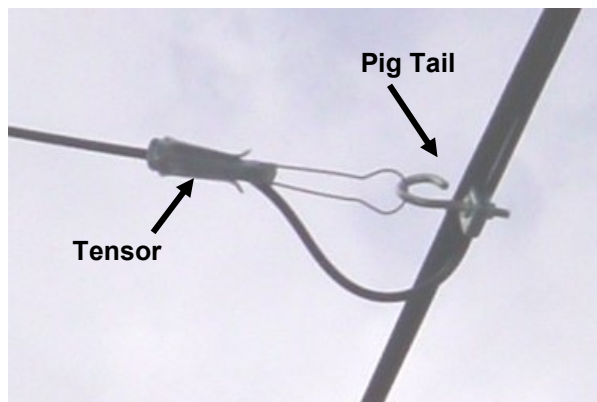
- Si fuera necesario extender la acometida en cable RG-11, éste se lleva frente a la fachada de la casa, y allí se empalma con el cable RG-6 mediante una unión FK-81. El empalme debe cubrirse con cinta autofundente y luego con cinta de vinilo para prevenir

el ingreso de humedad. El cable RG-6 debe tener una ventaja de 30 cm para efectuar el empalme.

- En lo posible el cable debe llegar a la fachada, sin inclinaciones, completamente paralelo al piso. Sin embargo, si es necesario ubicarlo en forma oblicua (únicamente con una pendiente bajante) se le debe hacer un pequeño bucle antes de la fachada, el cual prestará la función de corta goteras.



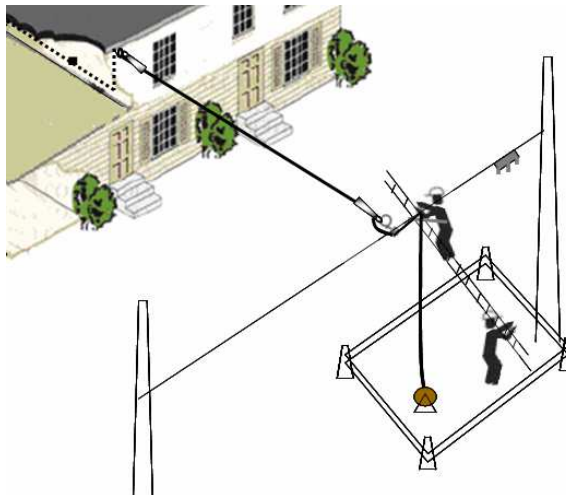
- En el mensajero, frente a la fachada, se coloca una grapa (pig tail). En él se asegura otro tensor. Tenga en cuenta que en cada tensor, tanto en el caso del pig tail como en la argolla redonda, se colocan máximo dos cables.



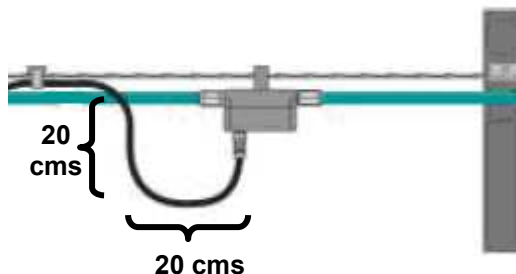
- En caso de utilizarse cable auto soportado, abra los cables de la manera descrita y páselo por el pig tail de manera similar a lo hecho en la fachada con la argolla.



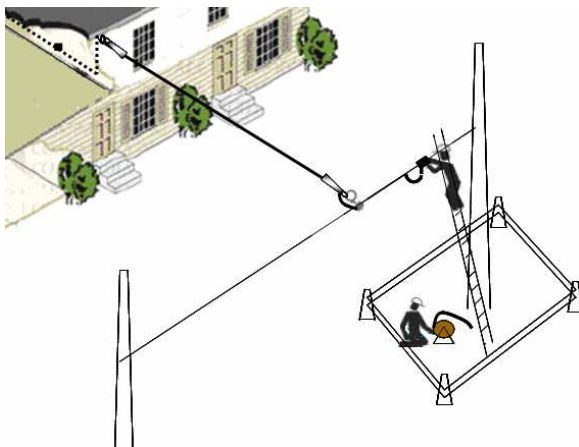
- Luego, avance el cable RG-6 hacia el multitap amarrándolo al cable 0.500 ó 0.750 con correas dentadas. Este amarre se hace a cada metro. Debe tenerse en cuenta que, para mayor seguridad del técnico que está extendiendo el cable, es necesario que su compañero le sostenga la escalera siempre que vaya a mover su cuerpo para amarrar el cable en los extremos.



- El desplazamiento hacia el multitap se lleva a cabo realizando tres amarres (al frente, a izquierda y derecha), luego se baja de la escalera, se mueve un tramo y se vuelve a subir para amarrar un nuevo tramo.
- En la boca del multitap se deja un bucle de 20 centímetros de largo por 20 centímetros de ancho.



- Luego se instala el conector, se conecta a la boca del multitap y se atornilla: primero manualmente y luego se le da 1/6 de vuelta (se gira un lado de la tuerca del conector) con una llave de 3/16".
- Tome nota del número de metros marcados en la punta del cable que queda en la carreta y haga la diferencia con el número anotado anteriormente. De esta manera puede saberse la longitud total de cable utilizado.



- Terminada la extensión de la acometida externa, se recogen todos los elementos (materiales y herramientas), y se dispone para la programación del televisor o la programación de otros equipos terminales de abonado.

AUTOCONTROL No. 5
(Extensión de la acometida externa)

En la columna de la izquierda se nombran algunas actividades relacionadas con la extensión de la acometida externa y a la derecha se nombran los pasos que deben seguirse. Ordene las actividades correspondientes a cada paso, escribiendo en el paréntesis la respectiva letra.

- | | |
|--|-----------|
| 1.() Pasar la vía con el cable | A. Paso 1 |
| 2.() Señalizar la zona junto a la fachada | B. Paso 2 |
| 3.() Instalar grapa pig tail, asegurar en ella el cable y avanzar hacia el multitap | C. Paso 3 |
| 4.() Instalar argolla redonda y asegurar en ella el cable | D. Paso 4 |

Seleccione la respuesta correcta:

5. El lugar de la fachada en donde debe ubicarse la argolla redonda es:
- a. En la mitad de la fachada
 - b. En la medianería
 - c. En el caballete
 - d. No se
6. El bucle de cable que se deja en el multitap debe ser de:
- a. 20 centímetros de largo por 30 centímetros de ancho
 - b. 30 centímetros de largo por 20 centímetros de ancho
 - c. 20 centímetros de largo por 20 centímetros de ancho
 - d. No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale la “V”, si usted la considera verdadera, o la “F”, si la considera falsa:

- | | | |
|--|-----|-----|
| 7. Nunca debe pasarse la vía con el cable hasta cuando esté todo listo en la fachada | (V) | (F) |
| 8. Por seguridad, el paso de la vía con el cable debe hacerse entre dos operarios | (V) | (F) |
| 9. En el cable coaxial, frente a la fachada, se asegura la grapa pig tail | (V) | (F) |
| 10. El corta goteras es un pequeño bucle que se le deja al cable coaxial cuando es necesario ubicarlo en forma oblicua | (V) | (F) |

INSTALACIONES EN EDIFICIOS SIN RED DE DISTRIBUCIÓN CANALIZADA

OBJETIVOS

Ejecutar la instalación de la red de abonado en edificios según que estos tengan o no infraestructura para red canalizada

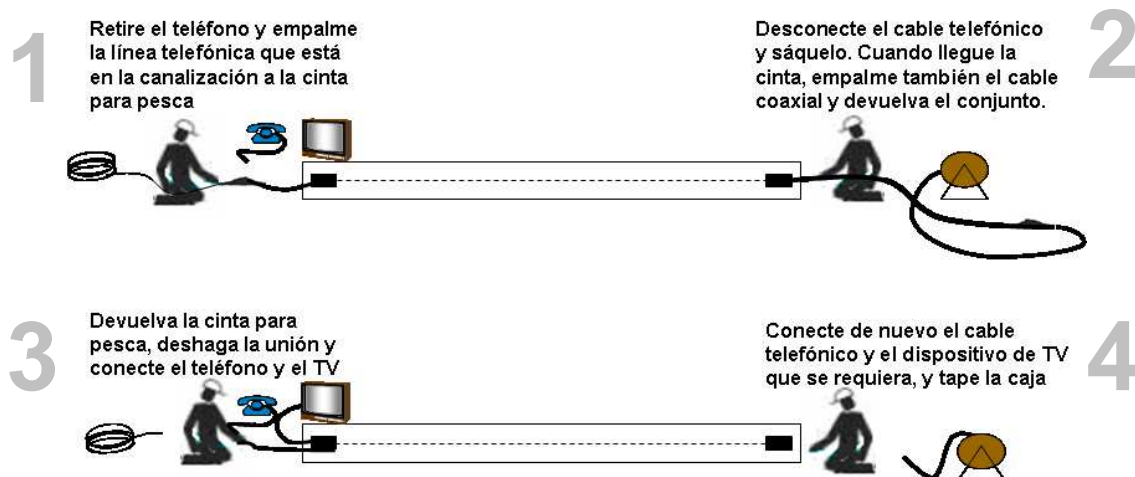
Cuando la solicitud de instalación es para un edificio que no tiene red de distribución canalizada, por lo general no mayores a 4 pisos, debe pedirse autorización a la Administración del edificio y al usuario para llevarla a cabo, puesto que muy probablemente será necesario utilizar la infraestructura de canalización telefónica para pasar el cable o, en el peor de los casos, instalar la red por la fachada del edificio. De todas maneras, es necesario evaluar objetivamente la factibilidad de llevar a cabo la instalación y tener claridad de que no se ha previsto la construcción de alguna infraestructura de canalización para atender el edificio.

Normalmente, la instalación en un edificio se inicia desde el interior de la propiedad. Se recomienda buscar la infraestructura de canalización telefónica dentro del apartamento, de tal manera que la instalación quede, estética y técnicamente, lo mejor posible. Debe evitarse la utilización del ducto de citófono, por el riesgo de daño, y nunca puede utilizarse el de energía, por el riesgo físico que se corre y por las interferencias electromagnéticas que ésta produce.

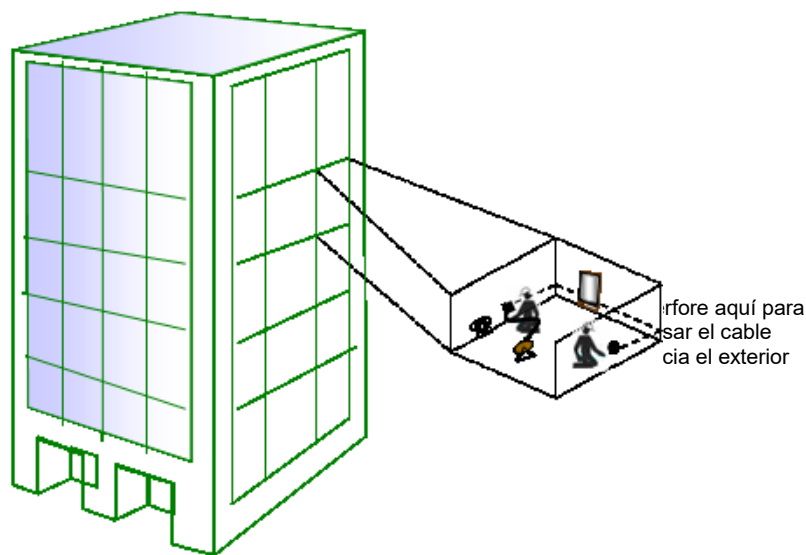
EXTENSIÓN DE LA RED DENTRO DEL APARTAMENTO

- Cuando el apartamento dispone de canalización para la red coaxial, el cable se pasa a través de ella de la manera descrita en páginas anteriores. En caso de que sea necesario utilizar la canalización de la red telefónica, se usa el cable o alambre telefónico para pasar el cable coaxial.

- Distribuya la red dentro del apartamento según el número de puntos que se vayan a instalar. En general, se sigue el mismo procedimiento descrito para la extensión de redes internas.



- Evalúe la situación concreta y convenga con su compañero, con el usuario y con el encargado la manera como se va a llevar a cabo la instalación. Haga una perforación en la pared que está frente a la red de distribución coaxial, pase la punta del cable coaxial a través de ella e inicie la extensión de la acometida externa, según sea el caso.



- Para la extensión de la acometida externa, pueden presentarse algunos de los casos que se enuncian a continuación:

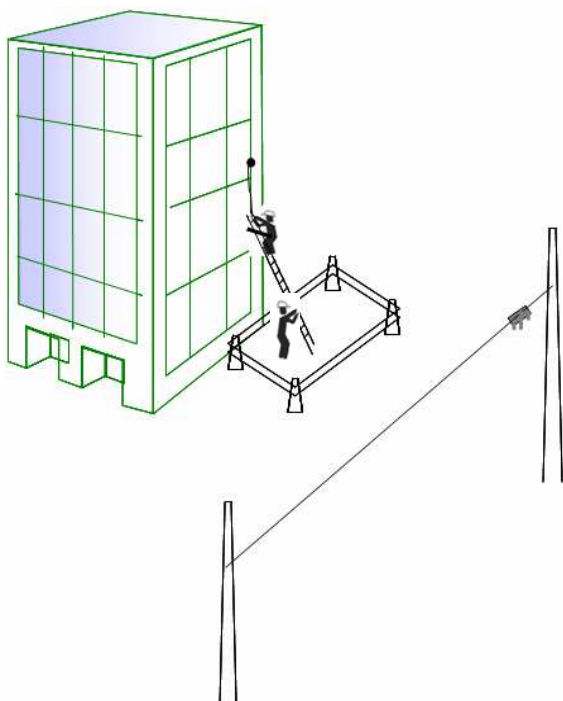
RED DE DISTRIBUCIÓN SUJETA A LA FACHADA DEL EDIFICIO

Este es uno de los casos más sencillos por ser el más similar a la instalación en las edificaciones que se han descrito. Este tipo de situaciones se presenta normalmente en edificios pequeños.

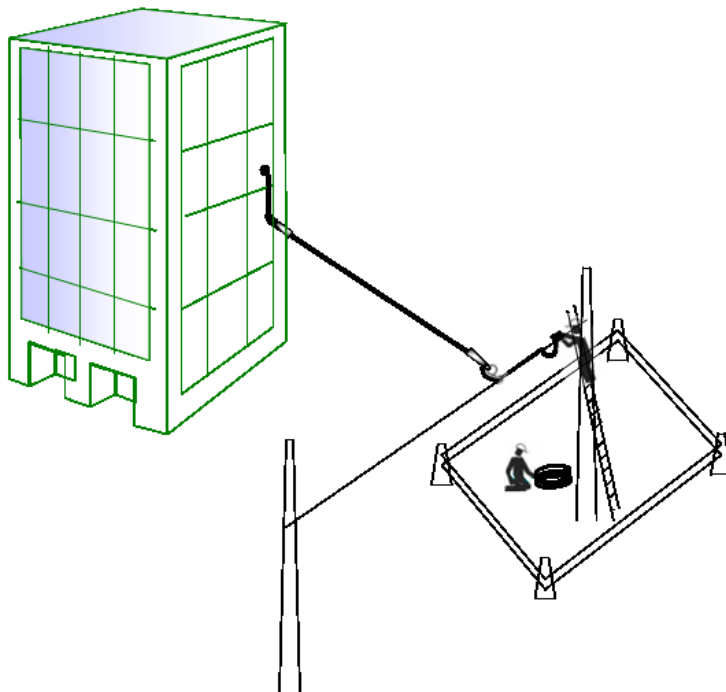
PROCEDIMIENTO

- Antes de realizar la instalación de la red de abonado en este tipo de edificios, es necesario tener en cuenta que ésta solamente se puede llevar a cabo si no existen riesgos que atenten contra la seguridad física del Instalador.
- Extienda la escalera en la pared del edificio correspondiente a la perforación que se hizo desde el apartamento. La escalera se extiende hasta la altura de la red coaxial y allí se recibe el cable que viene desde el interior del edificio.

A continuación, baje el cable hasta la altura de la red y siga los mismos procedimientos como si se tratara de una construcción individual.



- En todo caso, es necesario concertar con el usuario cualquier situación referida a la falta de estética y registrar esto en la orden de instalación.
- Instale una argolla redonda en la fachada del edificio, a la altura de la red de distribución coaxial y continúe con la instalación hacia el multitaip teniendo en cuenta los mismos criterios vistos anteriormente. Conecte en el multitaip y limpie la zona de trabajo.



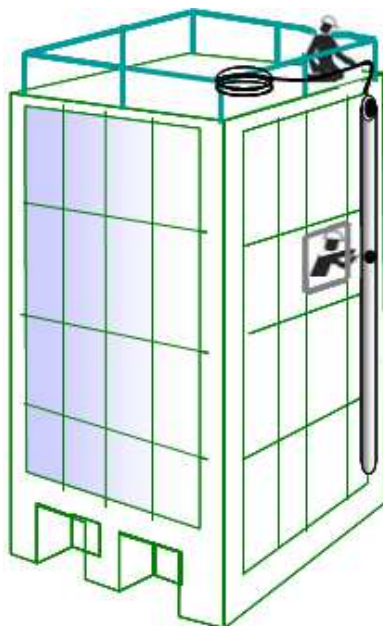
RED DE DISTRIBUCIÓN A TRAVÉS DE DUCTOS SUJETOS A LA PARED

Este caso se presenta a veces en edificios en los que, sin ser muy antiguos, no se proyectó infraestructura de canalización y tampoco se permite fijar la red directamente a la fachada. El ducto (PVC de 3/4", 1" ó 1 1/4") está sujeto con cinta de acero a una de las paredes laterales del edificio (se evita la utilización de canaletas debido a que la tapa de éstas se despegar fácilmente, quedando el cable al descubierto). En lo posible, esta actividad se realiza mediante un vehículo provisto de canasta. Sin embargo, cuando no se dispone de este recurso, se instala desde cada una de las ventanas, ubicándolo

contiguo a éstas o desde la terraza del edificio, para lo cual los operarios deben estar entrenados y autorizados para usar arnés.

PROCEDIMIENTO

- Al igual que en el caso anterior, antes de realizar la instalación de la red de abonado en este tipo de edificios, es necesario tener en cuenta que ésta solamente se puede llevar a cabo si no existen riesgos que atenten contra la seguridad física del Instalador.
- El Instalador encuentra el ducto previamente instalado y con perforaciones a la altura de cada ventana para ingresar el cable coaxial que sale del apartamento. Sin embargo, en caso de que no las tenga, el Instalador perfora el ducto desde la ventana, teniendo presente todas las medidas de seguridad necesarias.
- Seguidamente se introduce la cinta para pesca a través de la perforación, en dirección al multita. Si éste se encuentra en la terraza del edificio, también podría bajarse el cable desde éste lugar y estar atentos al momento en el que el cable pase por la perforación correspondiente al apartamento que se está instalando.



- La instalación dentro de los apartamentos y la red de acometida se hace tal como se ha descrito hasta ahora.

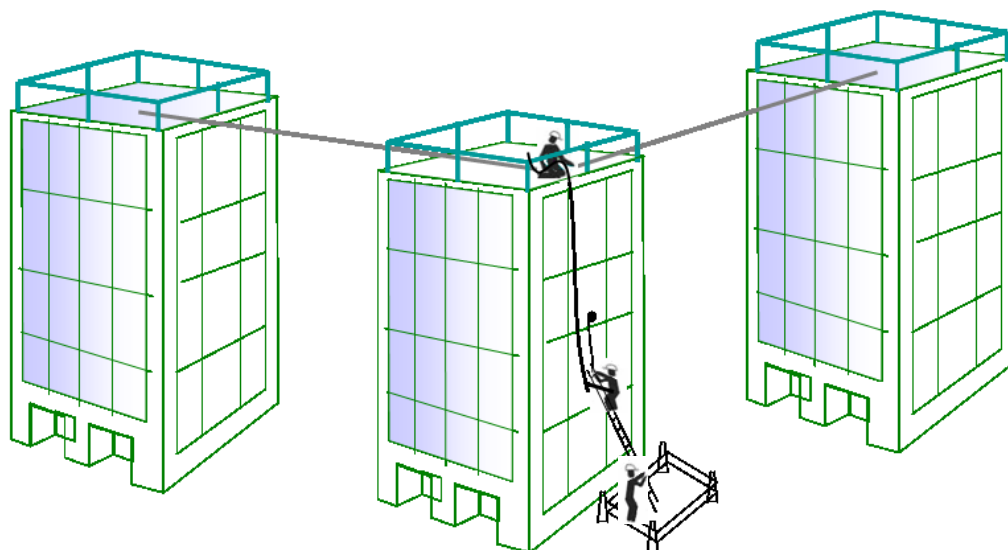
RED DE DISTRIBUCIÓN DESDE LA TERRAZA DEL EDIFICIO

Hay ocasiones en las que las redes de distribución coaxial se extienden por sobre las terrazas de los edificios. Este tipo de distribución, aunque no es muy recomendable, es una práctica común entre empresas que ofrecen servicios de televisión a partir de antenas parabólicas, cuyas redes son extendidas sin una normatividad claramente definida. Más tarde, estas redes pueden ser adquiridas por otras empresas interesadas en prestar mejores servicios, con normas técnicas claras y procedimientos definidos. En estos casos, existe la posibilidad de extender provisionalmente la red de abonado desde la terraza del edificio mientras que se adecua al sistema de transmisión de banda ancha. A continuación se indica como proceder en estos casos.

PROCEDIMIENTO

- Este tipo de prácticas requiere de especial cuidado. La terraza del edificio debe tener un sistema de protección con muros de concreto o verjas de hierro que prevengan del riesgo de caídas al exterior.
- La utilización de arnés sólo se autoriza a aquellos operarios que hayan sido capacitados previamente para esta actividad.
- Si no fuera posible la utilización de arnés se recomienda iniciar la instalación desde el interior de la propiedad, perforando la pared en el sitio por donde ha de ser el acceso de la red. Por allí se pasa la punta del cable coaxial hasta llegar con ella a la base del edificio o a un sitio al que se pueda acceder de forma fácil.
- En todos los casos, el Instalador debe asegurarse a las barandas de la terraza del edificio o a un sitio firme. Desde allí se arroja una de las puntas de un lazo o trozo de alambre de cualquier tipo (que servirá de pesca) y se une ésta a la punta del cable

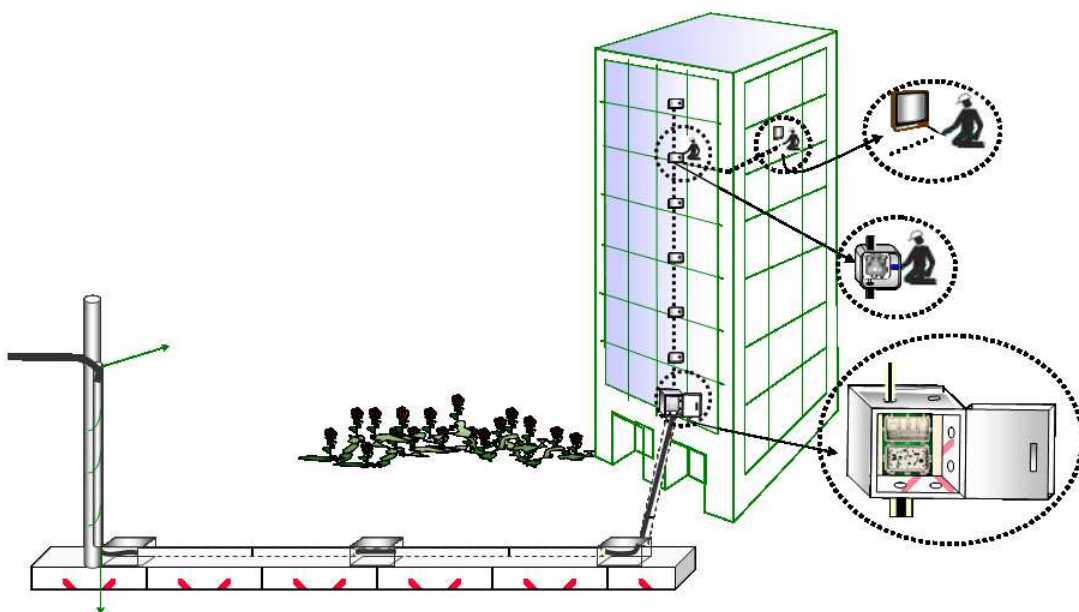
coaxial que se bajó, según lo descrito. Seguidamente se recupera el lazo desde la terraza para continuar con la extensión del coaxial.



INSTALACIONES EN EDIFICIOS CON RED DE DISTRIBUCIÓN CANALIZADA

En todos los edificios nuevos se exige la construcción de la infraestructura de canalización necesaria para llevar una red de banda ancha hasta cada uno de los apartamentos. La instalación de la red de abonado en estos edificios es mucho más sencilla que en los casos anteriores, debido a que el operario encuentra todos los elementos de la red de distribución ya instalados en el interior del edificio. La red de distribución pasa a través de una infraestructura de canalización que incluye: cajas de piso, ductos empotrados que comunican estas cajas, caja de distribución general (normalmente ubicada en el sótano) y ductos que suben hacia cada uno de los pisos. Dependiendo del nivel de señal previsto en el diseño de la red interna del edificio, el instalador puede encontrar también amplificadores y todos los elementos pasivos que sean necesarios para atender a cada uno de los apartamentos. De esta manera, cuando la instalación de la red de abonado es para un edificio que tiene red interna, debe cumplirse con el siguiente procedimiento:

- Ubique el multitap que alimenta el piso. Luego diríjase al apartamento y verifique la canalización entre la caja de distribución del piso correspondiente y el apartamento del usuario. Tome la decisión desde dónde y hacia dónde debe iniciar la canalización del cable.





- Cuando el multitap se encuentra copado, el Instalador debe llamar a Asignaciones y Proyectos para verificar la ocupación de la red. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en redes internas el criterio de diseño es al 100%. Por tanto, es posible que en este caso haya alguna red fraudulenta. Esto puede detectarse observando los materiales utilizados (cable y conector) en cada una de las bocas del multitap y verificando que ellos sean de la calidad utilizada por la Empresa.
- Si llega a descubrirse una instalación fraudulenta, se confirma con el usuario solicitándole la factura, a la vez que se le ofrece la posibilidad de prestarle el servicio legalmente mediante la elaboración de la respectiva solicitud del servicio. Seguidamente, se retira el conector y, en caso de quedar bocas de tap libres se instalan candados en ellas.
- En el caso de que la red esté realmente copada, la primera alternativa es extender el cable coaxial desde otro piso. Si ello no fuera posible, el Instalador llama al Encargado para informarlo de la situación. En lo posible, éste debe planear el envío de personal técnico para que se cambie el multitap y, en todo caso, orientar al Instalador con respecto al paso a seguir.
- Al terminar el trabajo, el Instalador debe dejar una marca en el cable que sale del multitap con el número del apartamento, número del multitap y posición respectiva. Esta marca puede ser mediante una correa plástica con la información previamente impresa, o con cinta de enmascarar.
- Cuando la canalización está obstruida o no existe infraestructura entre la caja de distribución del piso y el apartamento, se procede así:
 - Se analiza la posibilidad de pasar la red por la infraestructura telefónica.
 - Si la caja de distribución del piso está contigua al apartamento, se consulta con el usuario la posibilidad de perforar para ingresar directamente al apartamento con red expuesta.
 - Si este no fuera el caso, se consulta con el usuario y con la Administración del edificio la posibilidad de llevar la red expuesta desde la caja, a través de las esquinas de los muros o guardaescobas.
 - En última instancia se deja pendiente por limitación técnica.



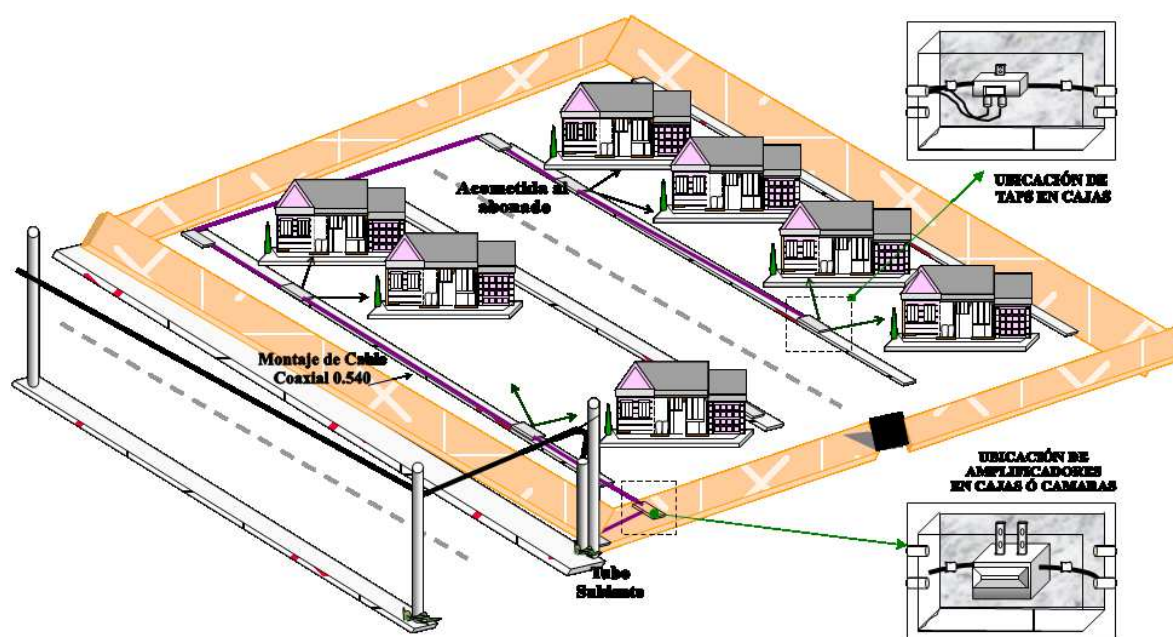
- En todos los casos en los que la instalación quede pendiente por algún motivo, se debe dejar información adecuada al usuario para evitar mayores inconvenientes. Más aun si las razones obedecen a problemas planteados por el usuario.
- Debe tenerse en cuenta que los splitter internos nunca deben ubicarse en áreas comunes de la propiedad. Siempre deben ubicarse dentro de la propiedad respectiva.

INSTALACIONES EN URBANIZACIONES CON RED DE DISTRIBUCIÓN CANALIZADA

OBJETIVOS

Instalar la red de abonado en urbanizaciones con red de distribución coaxial canalizada.

A continuación se describe el procedimiento para la instalación de la red de abonado coaxial en urbanizaciones con red de distribución canalizada. Es de anotar que cuando este no es el caso, se procede tal como se ha explicado para las instalaciones normales. Generalmente, en este tipo de construcciones, la red llega a través de redes de canalizaciones conformadas por ductos, cámaras telefónicas y cajas de 60x80 centímetros.





Desde estas cajas se avanza la red hasta el usuario, siguiendo los procedimientos descritos en páginas anteriores para redes canalizadas.

En estos casos, los elementos de la red de distribución, tanto activos como pasivos, se encuentran en las cajas de paso.

PROCEDIMIENTO:

- Luego de verificar la dirección y la conformidad del usuario con la orden de instalación, ubique la caja de paso en donde se encuentra el multitap.
- Pase la cinta para pesca según procedimiento descrito anteriormente
- Pase el cable coaxial hasta la caja que se encuentra en la fachada o en el interior de la residencia.
- Continúe con la canalización de la red coaxial hacia el interior
- Realice las conexiones necesarias, según los puntos de señal que figuran en la orden de instalación
- Programe el equipo Terminal de abonado



AUTOCONTROL No. 6
(Instalaciones en edificios y urbanizaciones)

En la columna de la izquierda se describen algunos aspectos relacionados con la instalación de la red de abonado coaxial en edificios. En la derecha se nombran los casos para los que aplican cada uno de estos aspectos. Coloque en el paréntesis la letra correspondiente.

- | | |
|---|--|
| 1.() Requiere de especial cuidado, el edificio debe tener protecciones y el operario debe asegurarse adecuadamente | A. Red expuesta por el interior del edificio |
| 2.() En este tipo de red, el Instalador encuentra todos los elementos de la red de distribución instalados | B. Red por ductos sujetos a la pared |
| 3.() En ella se baja el cable hasta la altura de la red de distribución, se instala argolla redonda y se continúa como en otros casos. | C. Red desde la terraza del edificio |
| 4.() En lo posible, la infraestructura para este tipo de instalación se lleva a cabo con vehículos equipados con canasta. | D. Red de distribución canalizada |
| | E. Red sujeta a la fachada del edificio |

Seleccione la respuesta correcta:

5. Si en un edificio con red de distribución canalizada se encuentra el multitap copado:
- Se extiende el cable coaxial desde otro piso
 - Se deja la instalación pendiente por motivos técnicos
 - Se extiende el cable desde la terraza
 - No se
6. En urbanizaciones con red de distribución canalizada elementos de la red de distribución coaxial, tanto activos como pasivos, se encuentran en:
- Las redes de distribución aéreas
 - Las cajas de paso
 - Los postes cercanos a la edificación
 - No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale la “V”, si usted la considera verdadera, o la “F”, si la considera falsa:

- | | | |
|---|-----|-----|
| 7. La utilización de arnés solamente se autoriza a instaladores que hayan sido capacitados para esta actividad. | (V) | (F) |
| 8. Los splitter internos nunca deben ubicarse en áreas comunes de la propiedad. | (V) | (F) |
| 9. En urbanizaciones con red de distribución canalizada el cable flexible se lleva desde la caja de paso hasta la edificación | (V) | (F) |
| 10. Cuando la urbanización no tiene red de distribución canalizada, se deja pendiente la instalación por motivos técnicos | (V) | (F) |

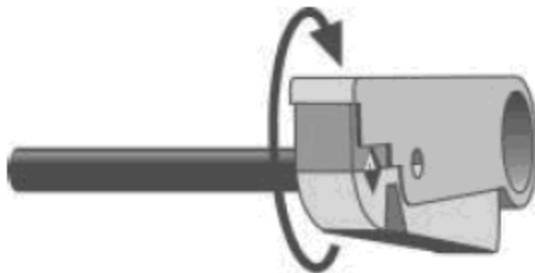
PROCEDIMIENTO PARA COLOCAR CONECTORES

OBJETIVO

Fijar técnicamente los conectores al cable coaxial de la red de abonado

Los conectores para la red de abonado coaxial son elementos de interfase que sirven para unir el cable flexible tipo RG-6 o RG-11 a un punto de conexión tipo “F” hembra, ya sea en el multitap, en el splitter o en el equipo terminal de abonado. Los hay de compresión axial (cuña) y de compresión radial (hexágono o cónico). Los conectores para cable RG-11 pueden tener pin central propio o pin central independiente. Este pin se utiliza para adecuar la conexión en el terminal “F” hembra, debido a que conductor central del coaxial RG-11 es de un diámetro mucho mayor. La conectorización se hace con la herramienta ponchadora (crimp tool) adecuada para cada tipo de conector. El procedimiento para fijarlo al cable es el siguiente:

- Prepare el cable para el tipo de conector a utilizar, con la ayuda de la herramienta pelacable adecuada. Para ello, coloque el pelacable de manera correcta en el cable y gire la herramienta unas tres vueltas en un mismo sentido. No es conveniente devolver el pelacable.



- Retire el pelacable y luego, manualmente, retire los elementos que se han cortado. En este procedimiento debe quedar al descubierto una parte del hilo central del cable y una parte del enmallado.



- Verifique que el corte esté técnicamente perfecto: los hilos de la malla deben quedar de la misma longitud e intactos. El conductor central no debe limpiarse con la mano y no puede quedar picado ni rayado. Si ello no se cumple, calibre la herramienta pelacable y repita el procedimiento.



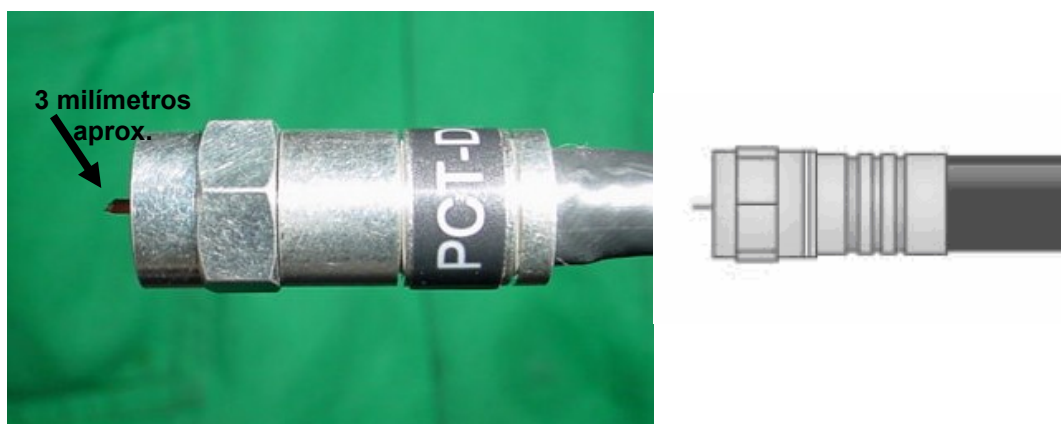
- Doble los hilos de la malla hacia atrás, verificando que ninguno quede sin doblar y mucho menos enrollado en el hilo central del cable.
- Coloque el conector de tal manera que el dieléctrico que separa el conductor central de la malla, quede a tope con la base interna del conector.



- Verifique que en ningún momento la lámina de aluminio se rasgue, que el dieléctrico no ha perdido su circularidad, que el conductor central tenga la longitud adecuada y que los hilos de la malla no asomen en la parte posterior del conector.
- Comprima el conector con la herramienta “ponchadora” (crimp tool) adecuada al tipo de conector, según sea su forma de utilización respectiva; afloje la presión y vuelva a comprimir para que el conector quede debidamente aplicado.



- Verifique que el conector haya quedado bien ajustado; esto se cumple cuando al halar el cable y el conector en direcciones contrarias, con una fuerza no excesiva, este no se sale.
- Corte el conductor central dejándolo unos tres milímetros por fuera del conector. Si queda más largo, podría entrar en contacto con la carcasa, generándose un cortocircuito; si queda muy corto, la conexión no va a tener buen contacto o ninguno, quedando el circuito abierto.



- El conductor central debe quedar en posición recta y perfectamente en el centro.

AUTOCONTROL No. 7

(Conectorización)

En la columna de la izquierda se describen algunas actividades relacionadas con la instalación de conectores en el cable coaxial flexible. A la derecha se nombran los pasos que deben seguirse. Ordene las actividades correspondientes a cada paso, escribiendo en el paréntesis la respectiva letra.

- | | | | |
|-------|--|----|--------|
| 1.() | Coloque el conector fijándose que el dieléctrico del cable quede a tope con la base interna del conector | A. | Paso 1 |
| 2.() | Ubique el pelacable en el cable flexible y gírelo varias veces en un mismo sentido | B. | Paso 2 |
| 3.() | Comprima el conector con la herramienta ponchadota adecuada al tipo de conector | C. | Paso 3 |
| 4.() | Doble los hilos de la malla hacia atrás, verificando que ninguno quede sin doblar ni tocando el hilo central | D. | Paso 4 |

Seleccione la respuesta correcta:

5. Al cortar el conductor central debe dejarse por fuera una longitud de aproximadamente:
- 3 centímetros
 - 5 milímetros
 - 3 milímetros
 - No se
6. Cuando el conductor central queda más largo o más corto que la dimensión señalada:
- Puede producirse un corto circuito o un abierto, respectivamente
 - Pueden producirse variaciones en el color de la imagen
 - Puede ser que solamente se sintonicen algunos canales
 - No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale la “V”, si usted la considera verdadera, o la “F”, si la considera falsa:

- | | | | |
|-----|--|-----|-----|
| 7. | Los conectores RG-6 pueden tener pin central propio o pin central independiente | (V) | (F) |
| 8. | Los conectores son elementos de interfase que sirven para unir el cable coaxial flexible con un punto de conexión tipo hembra | (V) | (F) |
| 9. | Cuando los hilos de la malla se revientan, se aplica el conector y se verifica que la imagen no haya perdido calidad | (V) | (F) |
| 10. | Siempre que se pela el cable debe verificarse que el conductor central no haya sido picado ni rayado. Si así fuera, debe calibrarse la herramienta | (V) | (F) |

INSTALACIÓN DEL TELEVISOR

OBJETIVO

Instalar el televisor con calidad óptima de imagen y realizar la programación según la grilla de canales UNE

PROCEDIMIENTO PARA PROGRAMAR CANALES

Existen muchos modelos de televisores los cuales podrían clasificarse por su capacidad para sintonizar canales, así:

1. Televisores de perilla: Son televisores que sintonizan los canales del 2 al 13 en la banda de frecuencias VHF. Existe también una versión de éstos que utiliza botones en vez de perilla.
2. Televisores de doble perilla: En ellos es posible sintonizar los canales 2 al 13, en la banda VHF y, 14 al 69 en la banda UHF. Sin embargo, algunas veces esta última función no está habilitada.
3. Televisores con posiciones de memoria (push button): Tienen la posibilidad de sintonizar 12, 24, 16 ó 32 canales. Los canales se memorizan en la posición deseada ya sea con la ayuda de controles manuales o automáticos.
4. Televisores con asignación de canal: En estos televisores todos los canales tienen una posición definida. El usuario no memoriza canales en posiciones de memoria (como en el caso anterior) sino que habilita o deshabilita el canal deseado. En ellos se puede seleccionar el tipo de señalización a recibir: antena o cable (CATV), además del tipo de plan de canales: IRC, HRC o STD, este último es el adoptado por EE.PP.M.

En los tres primeros casos el televisor se programa manualmente, pero teniendo en cuenta la limitación en cuanto a sintonía de canales. Sin embargo, éstos pueden

habilitarse para más canales y señalización CATV a través de un adaptador (conocido como sintonizador CATV) el cual posibilita la sintonía de todos los canales ofrecidos por EE.PP.M. Este es un dispositivo que tiene un terminal de entrada y otro de salida de RF, de tal forma que basta con conectar el cable que trae la señal de TV a la entrada y luego, desde la salida, se lleva un tramo de cable de aproximadamente 1 metro, hasta el televisor. Normalmente, este dispositivo no es necesario programarlo. Sólo se conecta y se pueden sintonizar los canales inmediatamente, ya sea en forma manual o a través de un control remoto.

Otra posibilidad de programar estos televisores es a través de un VHS, el cual puede cumplir las mismas funciones de un sintonizador de CATV, sólo que este hay que programarlo adecuadamente. En este caso, la conexión se hace igual al adaptador para CATV y se sintoniza en el canal 3 ó 4. La programación debe hacerse según esté definido en el manual de instrucciones del equipo.

En ocasiones, en este tipo de televisores, el terminal de entrada de señal no es adecuada para cable coaxial (cuya impedancia característica es 75 ohmios) sino que tiene un par de bornes, generalmente de tornillos, para impedancia de 300 ohmios. En este caso es necesario utilizar un adaptador de impedancia (Balun) de 300 a 75 ohmios.

UTILIZACIÓN DEL CONTRO REMOTO

Aunque existen muchos tipos de controles remotos, podría generalizarse la programación con el siguiente procedimiento:

- Pulse la tecla "Menú"
- Seleccione la opción "Set up"
- A continuación pueden aparecer en la pantalla las opciones: Antena (o Aire) y Cable (o CATV)
- Seleccione la opción Cable (o CATV)

- Si aparecen las opciones de asignación de frecuencias STD, HRC o IRC, seleccione STD, que es el plan de canales utilizado por EEPMM.
- A continuación señale "Auto programación" y el televisor, automáticamente, activa los canales que encuentre con señal.



- Cuando finalice la programación automática, se procede a borrar los canales cuya señal esté codificada y los que estén repetidos, según sea el gusto del usuario. Esto se hace mediante la opción "DEL Channel". Además, con la opción "ADD Channel", se adicionan los canales que por alguna razón no hayan sido detectados durante la programación automática.
- Cumplido lo anterior, se procede a ajustar a un nivel medio los colores y el contraste, mediante la opción "Menú". La nitidez, en cambio, se lleva a un valor mínimo.

NIVEL DE SEÑAL

UNE se acoge a la norma de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), la cual ha sido adoptada en el País. De acuerdo con ellas, los niveles de la señal de TV en el usuario deben estar entre **0 y +3 dBmV** en cada uno de los aparatos de TV. Por eso, cuando la calidad de la imagen no sea óptima, el técnico instalador debe revisar las diferentes conexiones realizadas por él y, en caso de no mejorar la calidad de la señal,

informar de ello al superior inmediato para que se efectúen las mediciones y se hagan los ajustes correspondientes.

PROCEDIMIENTO DE ENTREGA DE LA INSTALACIÓN

- La instalación sólo se entrega cuando se esté seguro de la satisfacción del usuario y de que la calidad de la imagen es la ofrecida por UNE. De lo contrario, deben revisarse todos los elementos de la instalación y hacer los correctivos necesarios.
- Cuando la situación que se presenta es de bajo nivel de señal en el tap, el Instalador deja el pedido en el pendiente “XXXX” para que los técnicos encargados realicen la correspondiente reparación. El técnico puede sugerirle al usuario que, si desea, firme la orden de trabajo aunque no se le facturará hasta cuando se resuelva el problema.
- Terminada la instalación debe hacerse un inventario de todos los materiales utilizados, y registrarlos en los espacios correspondientes de la orden de trabajo y en el dispositivo móvil. Es importante dejar las paredes y el piso en óptimas condiciones de limpieza.
- Si hubo algún daño durante el proceso, éste debe ser también relacionado en la orden de trabajo, según criterio del usuario.
- Finalmente, el usuario debe firmar la orden de instalación, colocando el nombre y número de cédula. La copia final de la orden se le entrega al usuario.

INSTALACIÓN DE CABLE MODEM

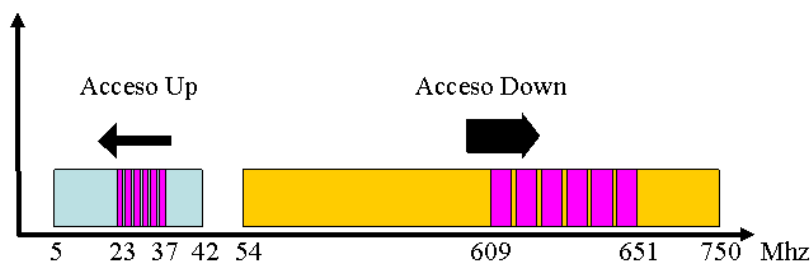
OBJETIVO

Instalar el cable modem realizando las pruebas necesarias para garantizar que la señal entregada esté dentro de los parámetros exigidos por UNE

El cable Modem es el equipo utilizado para la transmisión de datos, en forma digital y a alta velocidad, a través de la red híbrida fibra óptica coaxial (HFC). Su función es adecuar las señales digitales del PC para poderlas enviar o recibir por la red que, en este caso, es el canal de comunicación. Esta comunicación se realiza entre el equipo terminal de usuario (cable modem) y otro equipo que se encuentra en cabecera llamado Sistema Terminal de Cable Modem (CMTS).

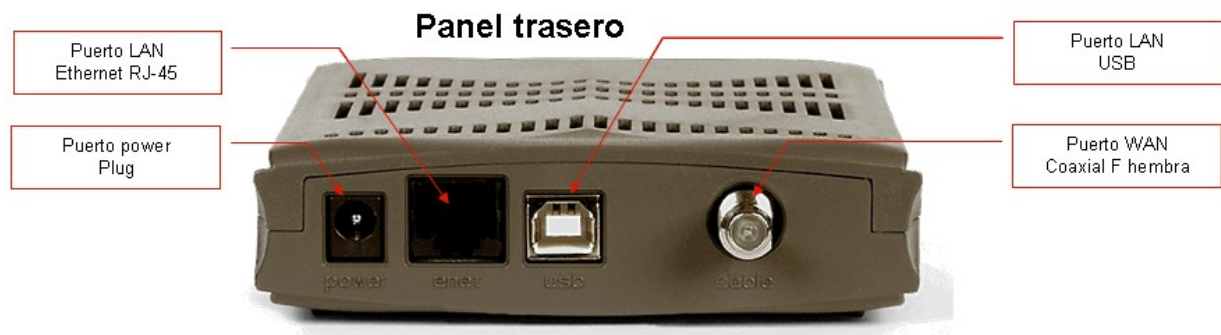
Como esta transmisión de información se hace desde y hacia el usuario, es preciso que la red HFC sea bidireccional. Sin embargo, el ancho de banda de la red utilizado para los sistemas cable modem se caracteriza por ser Asimétrico (diferente). Lo anterior debido a que, normalmente, es mayor la información que va hacia el usuario (también conocida como acceso de bajada o Downstream) que la información que éste envía (conocida como acceso de subida o Upstream). La banda de frecuencias de estos accesos es:

- Acceso Upstream: de 5Mhz a 42Mhz, aproximadamente
- Acceso Downstream: de 54Mhz a 750Mhz, aproximadamente



En general, todo cable modem tiene, mínimamente, los siguientes puertos o puntos de conexión:

- Puerto para la red coaxial (entrada y salida de señales RF). A él se inserta el conector del cable RG-6 de la red.
- Puerto Ethernet para señalización digital. Este puerto es para conector RJ-45 (de 8 pines), al cual se conecta el cable UTP-5 que viene desde la tarjeta de red del PC. La expresión UTP-5 se refiere a un par retorcido y sin pantalla (Unshield Twist Pair) de categoría 5.
- Puerto USB, también para señalización digital.
- Un puerto para la alimentación de potencia.



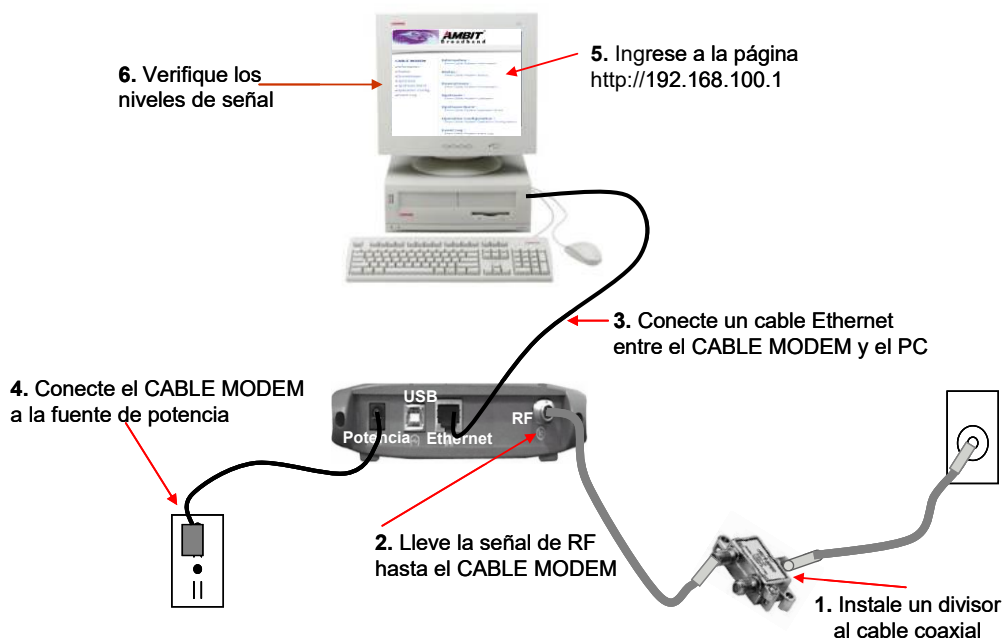
Normalmente, en el panel delantero, el cable modem tiene una serie de indicadores luminosos, como los que se indican a continuación:



Para conectar el Cable Modem se procede de la siguiente manera:

- En lo posible, el cable que va hacia el cable modem debe derivarse del primer splitter. Sin embargo, en caso de no ser ésta la mejor opción (desde el punto de vista estético) se lleva un cable provisional desde el splitter más cercano al lugar en donde quedará el cable modem. Luego, conecte el cable modem provisionalmente siguiendo este procedimiento:

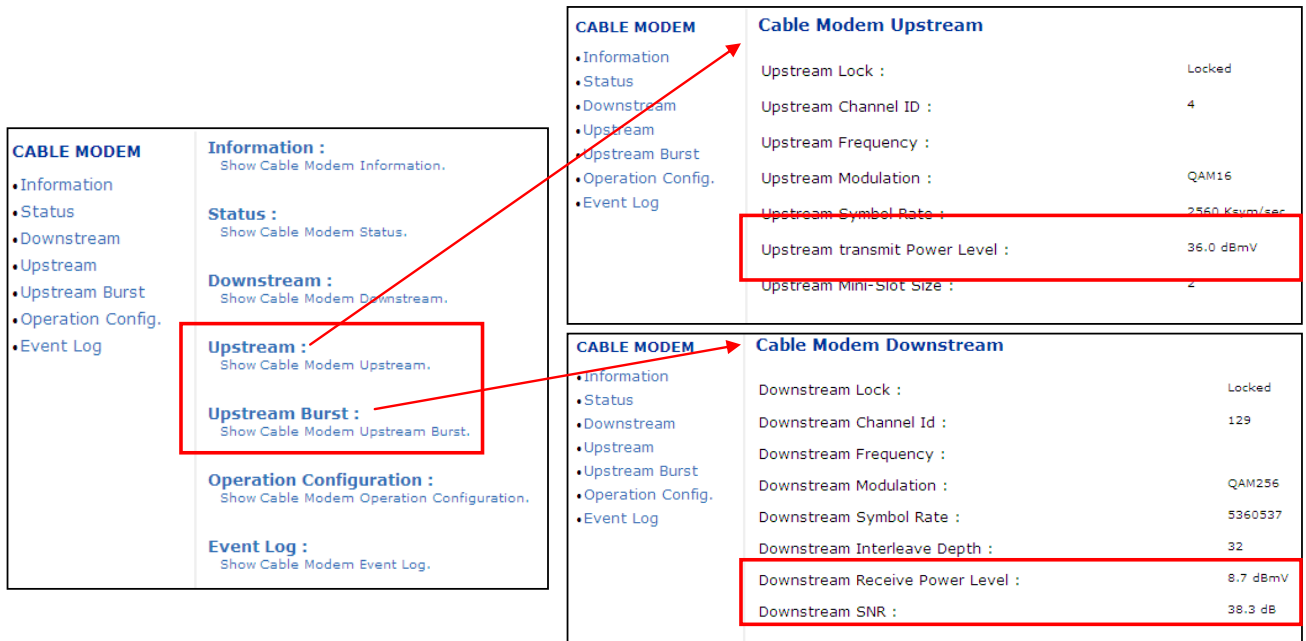
1. Instale un divisor, en caso de ser necesario
2. Lleve el cable con la señal RF hasta el cable modem
3. Conecte el cable Ethernet entre el cable modem y el PC
4. Conecte el cable modem a la fuente de potencia
5. Ingrese a la página del cable modem (<http://192.168.100.1>)
6. Verifique los niveles de señal entregados por el cable modem



- Para verificar que la señal en ese punto de conexión sea óptima, tanto en Upstream como en Downstream ingrese, en la página del cable modem, a cada una de estas opciones y tenga en cuenta los siguientes niveles, que hacen parte de las normas de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), adoptadas para el País:

NIVELES DE SEÑAL EN UN CABLE MODEM			
	Condición óptima	Condición aceptable	Condición NO aceptable
Nivel de Potencia de Transmisión (Upstream Power Level)	>=40db y <= 51db	>= 37db y < 40db	<37db y >55db
		>51db y <=55db	
Nivel de Potencia de Recepción (Downstream Receive Power Level)	>=0db y <= 10db	>= -10db y < 0db	<-10db y >15db
		>10db y <=15db	
Relación señal a ruido (Downstream SNR)	>= 36db	>=34db y < 36db	< 34dbm

- Observe entonces la información entregada por el cable modem, relativa a las potencias transmisión y recepción, en el lugar en donde está conectado. En ejemplo siguiente podemos leer que el nivel de potencia de transmisión es 36dBmV, lo que quiere decir que es **condición no aceptable**:



CABLE MODEM

- Information
- Status
- Downstream
- Upstream
- Upstream Burst
- Operation Config.
- Event Log

Information :
Show Cable Modem Information.

Status :
Show Cable Modem Status.

Downstream :
Show Cable Modem Downstream.

Upstream :
Show Cable Modem Upstream.

Upstream Burst :
Show Cable Modem Upstream Burst.

Operation Configuration :
Show Cable Modem Operation Configuration.

Event Log :
Show Cable Modem Event Log.

Cable Modem Upstream

- Information
- Status
- Downstream
- Upstream
- Upstream Burst
- Operation Config.
- Event Log

Upstream Lock : Locked

Upstream Channel ID : 4

Upstream Frequency :

Upstream Modulation : QAM16

Upstream Symbol Rate : 2560 Ksym/sec

Upstream transmit Power Level : 36.0 dBmV

Upstream Mini-Slot Size : 2

Cable Modem Downstream

- Information
- Status
- Downstream
- Upstream
- Upstream Burst
- Operation Config.
- Event Log

Downstream Lock : Locked

Downstream Channel Id : 129

Downstream Frequency :

Downstream Modulation : QAM256

Downstream Symbol Rate : 5360537

Downstream Interleave Depth : 32

Downstream Receive Power Level : 8.7 dBmV

Downstream SNR : 38.3 dB



AUTOCONTROL No. 8
(Programación del TV y entrega de la instalación)

En la columna de la izquierda se describen algunas actividades relacionadas con la programación del equipo terminal de abonado. A la derecha se nombran los pasos que deben seguirse. Ordene las actividades correspondientes a cada paso, escribiendo en el paréntesis la respectiva letra.

- | | | | |
|-------|--|----|--------|
| 1.() | Adicionar o borrar canales con las opciones “ADD channel” o “DEL chanel” | A. | Paso 1 |
| 2.() | Pulsar la tecla “Menú” y seleccionar la opción “Set up” | B. | Paso 2 |
| 3.() | Seleccionar la opción “Cable” y la asignación de frecuencias “STD”, en caso de que aparezcan | C. | Paso 3 |
| 4.() | Seleccionar auto programación para que el TV active los canales que encuentre con señal | D. | Paso 4 |

Seleccione la respuesta correcta:

5. La entrega de la instalación se lleva a cabo cuando:
- Se termine la conexión de los equipos terminales
 - Se haga un inventario de todos los materiales utilizados
 - Haya seguridad de la satisfacción del usuario con la calidad de la imagen
 - No se
6. Al terminar con la instalación de la red de abonado, el Instalador debe:
- Hacer un cálculo aproximado de los materiales utilizados y registrarlos
 - Hacer un inventario minucioso de los materiales utilizados y registrarlos
 - Dirigirse al vehículo para hacer un análisis de los materiales utilizados
 - No se

Para cada una de las siguientes expresiones señale la “V”, si usted la considera verdadera, o la “F”, si la considera falsa:

- | | | | |
|-----|--|-----|-----|
| 7. | El cable modem es un equipo que se instala para que el usuario pueda ver la señal de TV | (V) | (F) |
| 8. | El servicio de Cable Modem le posibilita al usuario transmitir datos desde un PC utilizando la red híbrida fibra óptica coaxial | (V) | (F) |
| 9. | Para facilitar la ubicación de equipos, se recomienda que el cable que llega al Cable Modem tenga una longitud lo suficientemente larga | (V) | (F) |
| 10. | Normalmente, el Cable Modem tiene puertos para señales RF (cable coaxial), para señales digitales (cable UTP) y para alimentación (15 Vdc) | (V) | (F) |

RESPUESTAS A LOS AUTOCONTROLES

Nota: En los casos de respuestas falsa o verdadera, la “a” se entiende como una respuesta verdadera y la “b” como falsa.

Autocontrol No.

1

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a			x				x		x	X
b	x							x		
c				x	x	x				
d										
e		x								

Autocontrol No.

5

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a		x					x	x		X
b				x	x				X	
c	x					x				
d			x							
e										

Autocontrol No.

2

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a							x	x		
b				x	x				x	x
c		x				x				
d	x									
e			x							

Autocontrol No.

6

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a					x		x	x	x	
b				x		x				x
c	x									
d		x								
e			x							

Autocontrol No.

3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a		x			x		x	x	x	
b			x			x				x
c				x						
d										
e	x									

Autocontrol No.

7

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a		x				x		x		x
b				x			x		x	
c	x				x					
d			x							
e										

Autocontrol No.

4

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a			x				x		x	x
b				x	x			x		
c		x				x				
d										
e	x									

Autocontrol No.

8

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a		x						x		x
b			x			x	x		x	
c				x	x					
d	x									
e										

ANEXO 2

TECNICO 2 NEWS_213_DOCSIS

DOCSIS 3.1: el “turbo” para la televisión por cable e Internet

El nuevo estándar DOCSIS 3.1 brinda grandes ventajas a los operadores de redes de cable, ya que incorpora numerosas novedades técnicas que permiten aumentar de forma radical las velocidades de transmisión en el enlace ascendente y descendente sin necesidad de costosas modificaciones en la estructura de red.

La “última milla” de conexión hasta los hogares constituye un cuello de botella que frena las transmisiones de alta velocidad en las redes de cable. Este último tramo se compone de cables de fibra óptica y coaxiales, amplificadores y convertidores eléctricos/ópticos. Las redes combinadas de cables de fibra óptica y coaxiales se denominan redes HFC (*hybrid fiber coax*). La figura 1 muestra una red de cable típica.

El estándar DOCSIS 3.1 (especificaciones de interfaz del servicio de datos por cable), publicado en octubre de 2013, actúa como un “turbo” para las redes de cable. Sus mejoras técnicas permiten a los operadores aumentar significativamente el rendimiento de sus redes de cable en el enlace descendente y ascendente sin tener que realizar costosas modificaciones en la infraestructura de red HFC.

El estándar DOCSIS fue desarrollado por el consorcio sin ánimo de lucro CableLabs y ratificado a mediados de 1997 (en su versión 1.0). En él se especifica, entre otros, la infraestructura completa de comunicación para conexiones IP, diferentes capas y transmisiones de datos bidireccionales en la red de cable. Puesto que la especificación DOCSIS 3.1

incluye también las versiones anteriores, los componentes de red deben ser compatibles de forma retroactiva. En una nota de aplicación de Rohde & Schwarz se detallan las novedades técnicas fundamentales y se ofrecen indicaciones para las mediciones [1].

Las redes de cable actuales utilizan diferentes versiones del estándar. En la figura 2 se muestran las diferencias entre DOCSIS 3.0 y DOCSIS 3.1 en el enlace ascendente y descendente.

DOCSIS 3.0 se utiliza todavía a escala mundial en muchos países. En Europa se aplica una versión modificada (EuroDOCSIS), ya que aquí los canales con 8 MHz de ancho de banda son la norma. Estos ofrecen velocidades de enlace descendente más elevadas en comparación con EE.UU. y Asia, donde son habituales los canales de 6 MHz.

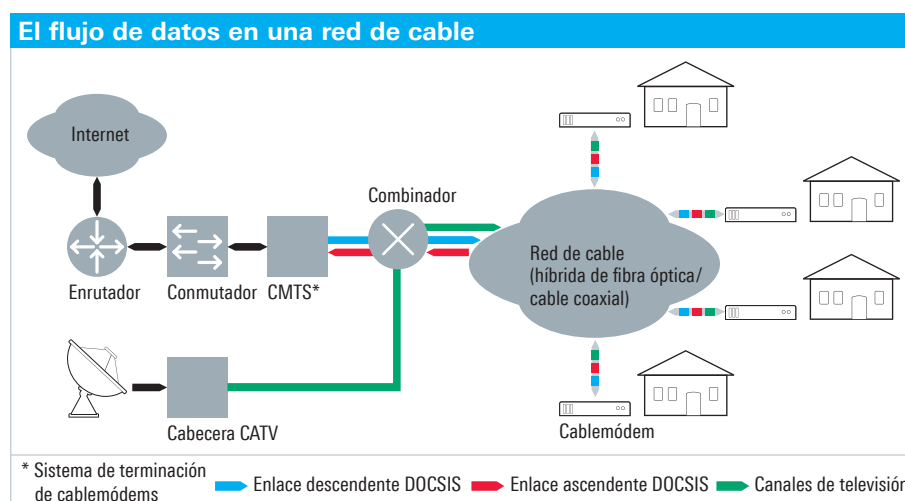
DOCSIS 3.0 define un sistema de comunicación de dos trayectos, donde el enlace descendente utiliza un procedimiento de portadora única con 64QAM o 256QAM según los estándares ITU-T J.83/B y DVB-C [2].

DOCSIS 3.1 utiliza partes de la especificación de la capa física del estándar DVB-C2 con OFDM y constelaciones muy elevadas (hasta 16kQAM para el uso futuro). Adicionalmente, el ancho de banda del enlace descendente puede ser de hasta 192 MHz, lo que permite alcanzar velocidades de transmisión de hasta 10 Gbit/s.

DOCSIS 3.1 – garante del éxito para los operadores de cable

La demanda de más ancho de banda y mayor calidad de servicio (QoS) aumenta. En este contexto, DOCSIS 3.1 puede considerarse como un impulsor

Fig. 1: Una red de cable típica para la transmisión de televisión y servicios de Internet a los hogares a través de cablemódems



Enlace descendente			Enlace ascendente		
Parámetro	DOCSIS 3.1	DOCSIS 3.0	Parámetro	DOCSIS 3.1	DOCSIS 3.0
Modulación	OFDM 4k y 8k FFT similar a DVB-C2	Portadora única con J.83/B o DVB-C	Modulación	OFDM 2k y 4k FFT similar a DVB-C2	Portadora única con TDMA o CDMA
Rango de frecuencias	108 MHz a 1218 MHz (1794 MHz)	45 MHz a 1002 MHz	Rango de frecuencias	5 MHz a 204 MHz	5 MHz a 50 MHz
Ancho de banda de canal	hasta 192 MHz	6 MHz o 8 MHz	Ancho de banda de canal	hasta 96 MHz	hasta 6,4 MHz
Orden QAM	hasta 4096 (opcional 8k, 16k)	hasta 256	Orden QAM	hasta 4096	hasta 64
Corrección de errores	LDPC, BCH	Reed-Solomon	Corrección de errores	LDPC, BCH	Reed-Solomon, Trellis
Velocidad de enlace ascendente	10 Gbit/s (20 Gbit/s)	300 Mbit/s (1 Gbit/s)	Velocidad de enlace ascendente	1 Gbit/s (2,5 Gbit/s)	100 Mbit/s (300 Mbit/s)

Fig. 2: Comparación de las características principales de DOCSIS3.1 con DOCSIS3.0. Los valores indicados entre paréntesis se refieren a futuras ampliaciones.

para los operadores de cable, que se enfrentan además a una dura competencia con los proveedores de servicios inalámbricos/LTE así como de Internet por DSL.

Numerosos desarrollos y requerimientos marcan el rumbo del mercado, como las exigencias de accesos rápidos a Internet, nuevos servicios empresariales, contenidos OTT (*over the top*), transmisiones de televisión en 3D, así como 4K y 8K, por solo citar algunas. Algunos operadores están implantando wifi por cable para permitir el uso de las WLAN no solo en los hogares, sino también desde puntos de acceso en el exterior. Así, los clientes pueden acceder cómodamente a su WLAN también cuando se encuentran en las inmediaciones de su vivienda. DOCSIS3.1 cumple todos los requisitos de estos nuevos servicios, con su elevada velocidad de transferencia de datos y se convierte

en un factor decisivo para el éxito de los operadores de cable a la hora de mantener su posición en el mercado.

También los aspectos económicos hablan a favor de DOCSIS3.1. El estándar mejorado usa el espectro de forma más eficiente. Gracias a las constelaciones más elevadas se transfieren más bits con el mismo ancho de banda, lo que disminuye el costo por bit. Pero ante todo, los operadores pueden mantener su infraestructura de cables de cobre en la última milla prácticamente sin cambios, y a pesar de todo alcanzar velocidades de transmisión que eran impracticables con las versiones anteriores de DOCSIS.

El estándar DOCSIS3.1 cubre los distintos anchos de banda de Europa, América o Asia. Y puesto que es compatible de forma retroactiva, facilita la transición al estado más actual y reduce así

al mínimo los gastos y el riesgo de los operadores.

Un gran salto tecnológico

Una diferencia fundamental con respecto a las versiones anteriores reside en la tecnología de múltiples portadoras (OFDM) de DOCSIS3.1, que ofrece numerosas ventajas:

- Resistencia mejorada frente al ruido impulsivo con tiempos de símbolo más largos
- Supresión de subportadoras que impide errores de bit por radiación
- Perfiles adaptados para diferentes condiciones de recepción
- *Interleaving* de tiempo y de frecuencias para mejorar la inmunidad frente al ruido impulsivo e interferencias de banda estrecha (teléfonos GSM)
- Intervalo de protección (prefijo cíclico) que impide interferencias intersimbólicas (ISI)
- Conformación de símbolo con flancos más inclinados en el espectro que previene interferencias entre canales

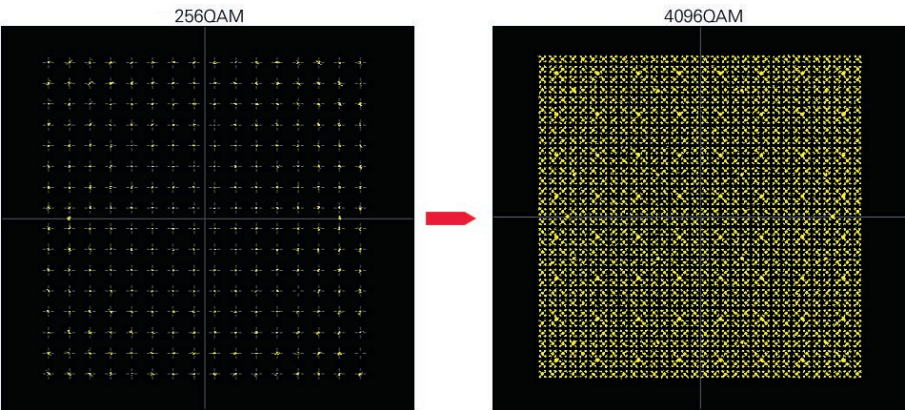


Fig. 3: Una mejora fundamental de DOCSIS3.1 son las constelaciones de orden superior, que permiten velocidades de transmisión mayores. La captura de pantalla fue tomada usando el generador de señales DOCSIS3.1 R&S®CLGD y el analizador de señal y espectro R&S®FSW.

DOCSIS3.1 utiliza adicionalmente una eficaz corrección de errores (verificación de paridad de baja densidad, LDPC), alcanzando constelaciones mucho más elevadas (actualmente 4096QAM, en el futuro hasta 16kQAM) y con ello velocidades de transmisión muy superiores (fig. 3).

El estándar DOCSIS3.1 reduce o elimina la necesidad de bandas de protección de RF, ya que define canales con un ancho de banda de hasta

192 MHz (fig. 4). Esta tecnología ha sido empleada por el operador de televisión japonés Japan Cable Television Engineering Association Group (JCTEA) para aumentar la velocidad de transmisión del enlace descendente en transmisiones 8K con altas frecuencias de repetición de imagen y codificación HEVC.

Las constelaciones más elevadas exigen una mejor calidad de señal (MER). Por este motivo, la cabecera debe generar señales de enlace descendente con la menor cantidad posible de errores de modulación. También el trayecto ascendente debe tener una alta calidad de modulación, ya que es susceptible al ruido. Así pues, las pruebas y el mantenimiento son factores de suma importancia en las redes de cable conformes con el estándar DOCSIS3.1. Para este tipo de análisis se requiere una instrumentación de alta calidad.

Función avanzada de perfiles

Una característica destacada de DOCSIS3.1 son los perfiles que permiten asignar a áreas específicas de la topología de red configuraciones de señales apropiadas, pues no todos los cablemódems reciben la misma

Fig. 4: Los amplios anchos de banda de canal suprimen las bandas de protección de RF y elevan la eficiencia de la transmisión.

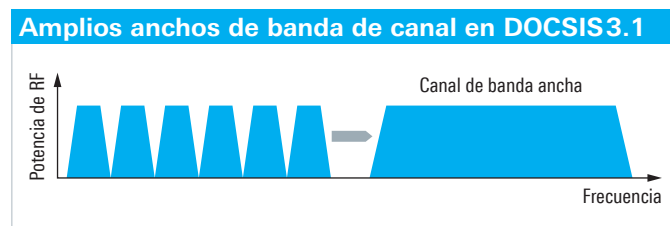
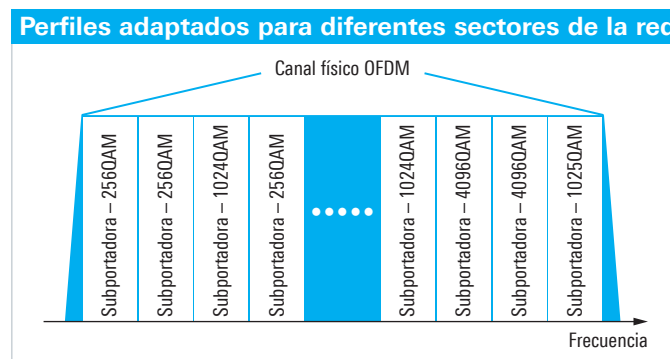


Fig. 5: A cada subportadora de un canal de cable OFDM se le puede asignar diferentes constelaciones.



cobertura. La calidad de la señal en el módem depende de la distancia al CMTS (sistema de terminación de cablemódems), del tipo y la cantidad de componentes intermedios (fig. 6) y de las perturbaciones dadas. Los perfiles se sirven de la posibilidad de asignar a cada subportadora de un canal de cable OFDM una constelación individual (QAM). La asignación de perfiles adecuados para grupos de módems con

una calidad de señal similar garantiza que la máxima cantidad de módems de la red alcancen la mejor capacidad de canal posible con la relación portadora/ruido (CNR) presente (fig. 5).

Sin la posibilidad de asignar perfiles diferentes, el CMTS tendría que generar las señales con una constelación tan reducida que hasta el módem con la peor CNR fuera capaz de decodificarla,

Diferentes condiciones de recepción en una red de cable

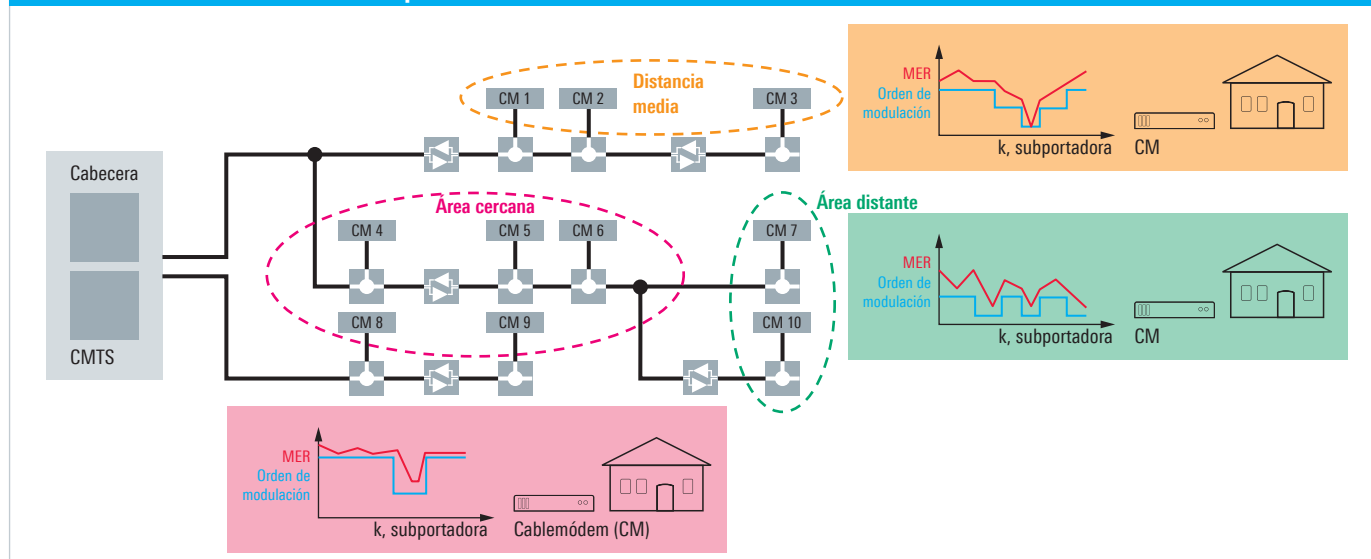


Fig. 6: La calidad de la señal (MER) depende de la estructura de la red de cable y de la distancia entre el cablemódem y el CMTS (sistema de terminación de cablemódems).

reduciendo innecesariamente la velocidad de transmisión en el resto de los cablemódems. Este procedimiento es similar al de las conexiones de capa física (PLP) en el estándar DVB-T2, donde el servicio de transmisión se puede adaptar a las distintas situaciones, como por ejemplo recepción a través de antena, dentro de edificios o recepción móvil.

Perspectivas

Desde su publicación, DOCSIS3.1 ha desatado un gran dinamismo en EE.UU. CableLabs ha organizado hasta el momento dos conferencias en Louisville (Colorado), en las que tanto fabricantes de CMTS y de cablemódems como proveedores de instrumentación y operadores de redes tuvieron la oportunidad de reunirse para probar la interoperabilidad de sus sistemas. Rohde&Schwarz participó en las pruebas con sus generadores y analizadores de señal.

En Japón, en el marco de los preparativos para los Juegos Olímpicos de 2020 de Tokio, la JCTEA (Japan Cable Television Engineering Association) ha adaptado recientemente el estándar DVB-C2 para poner en marcha a partir de 2016

transmisiones 8K (con 120 frames/s) según UHD-2. Estos servicios utilizarán la codificación HEVC y requerirán prioritariamente una velocidad de transmisión de 100 Mbit/s. JCTEA propuso al grupo de trabajo DVB-C2 con el apoyo de Sony una serie de ampliaciones que permiten aplicar el estándar según la normativa oficial de Japón para la radiodifusión:

- Notificaciones de sistemas de alerta anticipada (terremotos, etc.). Esta señal debe estar incluida en la señalización L1 para garantizar una transmisión lo suficientemente estable.
- Definición precisa de la agrupación de PLP. Actualmente definida solo rudimentariamente (anexo F de EN 302 769 V1.2.1). Es previsible que Japón sea el primer país que utilice esta agrupación con fines comerciales.
- Nuevos esquemas de modulación y codificación para una mayor flexibilidad. Los esquemas actualmente definidos en el estándar DVB-C2 permiten alcanzar una velocidad de transmisión de 49 Mbit/s (1024QAM con tasa de código 5/6) con una relación señal/ruido aceptable. Para una MER más elevada en un ancho de banda de 6 MHz se dispone de 56 Mbit/s (4096QAM con tasa de código 5/6).

Estas propuestas fueron presentadas por el Módulo Comercial DVB-C2 y aprobadas por el Comité Directivo de DVB en febrero de 2015 [3].

El operador de red J:COM tiene previstas fases de prueba de DOCSIS3.1 hasta finales de 2015, ya que entonces se desactivarán a escala nacional todos los servicios analógicos de televisión en la red de cable. En la fase de prueba 1 cabe esperar por lo tanto que las señales QAM (J.83/C) y DOCSIS3.1 coexistan en la red.

En algunos países europeos, como por ejemplo Alemania, es posible que en la fase de prueba 1 confluyan señales PAL (analógicas), QAM (DVB-C) y DOCSIS3.1 en la red de cable (fig. 7), como también ocurrirá en EE.UU. con NTSC (analógico) y J.83/B.

Resumen

Puede partirse de que DOCSIS3.1 impulsará en los próximos años de forma decisiva el mercado de las redes de cable, ya que mejora de forma radical el rendimiento en el enlace ascendente y descendente en cuanto a capacidad, estabilidad y flexibilidad. El

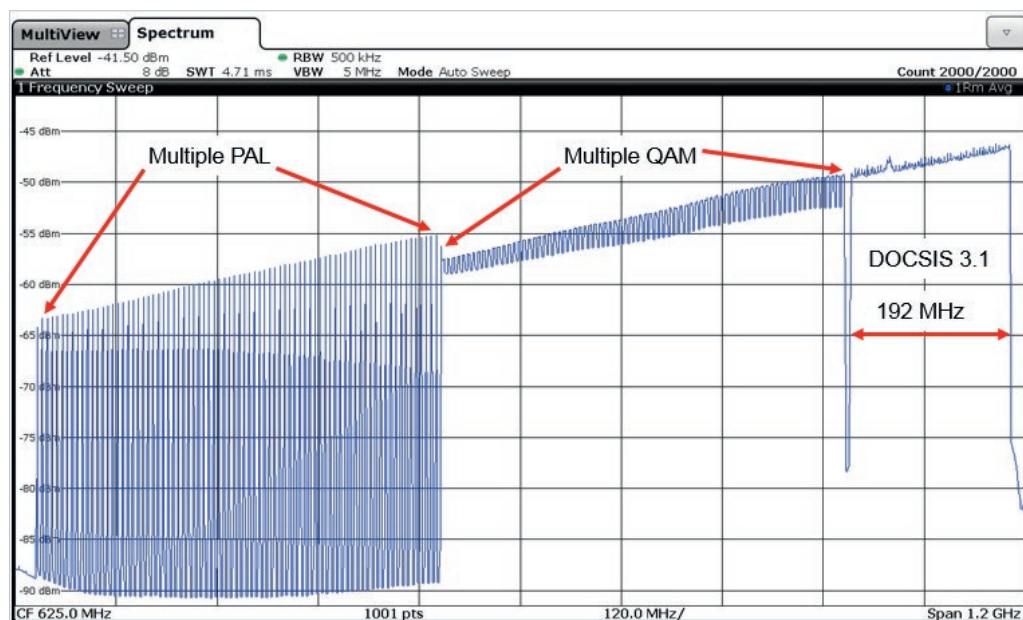


Fig. 7: Durante la fase de implementación, las señales analógicas y QAM coexistirán con las señales DOCSIS3.1. La captura de pantalla muestra la señal de salida de un amplificador, la medición fue realizada con el analizador de señal y espectro R&S®FSW. La inclinación ascendente compensa la respuesta en frecuencia del cable y de los amplificadores.

estándar incrementa las velocidades de transmisión hasta 10 Gbit/s en el enlace descendente y hasta 2,5 Gbit/s en el ascendente, sin que sea necesario realizar cambios sustanciales en la estructura de red HFC. Este potencial

puede satisfacer las más elevadas exigencias de los clientes de cable y afianza las expectativas de futuro del estándar en las transmisiones de televisión 4K y 8K.

Dr. Nik Dimitrakopoulos; Peter Lampel;
Greg Kregoski

Referencias

- [1] „DOCSIS3.1“. Nota de aplicación de Rohde & Schwarz (palabra de búsqueda para la descarga: 7MH89).
- [2] „Recommendation J.83 (1997) Amendment 1 (11/06). (retrieved 2013-06-20)“ Noviembre de 2006.
- [3] <https://www.dvb.org/resources/>.

Equipos de medición para DOCSIS3.1

El estándar 3.1 está ya definido y es ahora el turno del sector industrial, ya que se precisa una generación totalmente nueva de moduladores y sintonizadores de banda ancha para los cablemódems de usuario y los equipos equivalentes en la cabecera (sistemas de terminación de cablemódems o CMTS, por sus siglas en inglés). Incluso si no es necesario modificar la infraestructura intermedia, los amplificadores y convertidores tienen que ser sometidos a pruebas con las nuevas señales. En este contexto, la gran cantidad de señales presentes en el cable de banda ancha constituye un aspecto crítico, ya que provocan fácilmente distorsiones por intermodulación. En la multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) también son posibles picos de señales que sobrecargan el láser en un convertidor eléctrico/óptico (efecto *clipping*), dando lugar a interferencias y pérdida de datos. A ello se añade que, al menos durante un tiempo de transición, DOCSIS3.1 tendrá que compartir el cable con la anterior versión 3.0 así como con la televisión digital utilizada hasta el momento, y en parte incluso con la televisión analógica y la radio FM. Un escenario complejo al que deben dar respuesta los equipos de prueba y medición.

Un cable de banda ancha con ocupación a medida para laboratorios: R&S®CLGD DOCSIS Cable Load Generator

El generador de señales R&S®CLGD simula un cable de banda ancha ocupado (completamente) y es idóneo para analizar la

influencia recíproca entre las señales DOCSIS3.1, J.83/A/B/C y las señales de la televisión analógica, garantizando así la coexistencia de los nuevos servicios de cable de banda ancha y la transmisión de televisión convencional. En un rango de frecuencias de enlace descendente de 47 MHz hasta 1218 MHz (opcionalmente 1794 MHz), genera hasta ocho canales DOCSIS3.1 simultáneamente, o, en caso de servicio mixto, dos canales DOCSIS3.1 y hasta 158 canales de televisión digitales. En el enlace ascendente cubre el rango de 5 MHz hasta 204 MHz, que puede ocuparse con señales DOCSIS3.1 de hasta 96 MHz de ancho de banda o con señales TDMA o CDMA DOCSIS3.0.

Cada canal de enlace descendente se modula de forma continua con un TS de MPEG 2 generado de forma interna, un contenido PRBS o a través de datos suministrados por IP en tiempo real. Esto permite realizar mediciones directas de la tasa de error binario (BER) en todo el rango de frecuencias sin modificar la configuración. Para lograr condiciones de prueba similares a las reales, R&S®CLGD simula interferencias derivadas de ruido blanco (ruido gaussiano blanco aditivo, AWGN), ruido impulsivo, microreflexiones (según SCTE 40), ingreso de señales de banda estrecha y zumbido de red. El equipo se maneja por un PC a través de una cómoda interfaz del usuario de tipo web.

Análisis exhaustivo de DOCSIS3.1 con el analizador de señal y espectro R&S®FSW

Para analizar señales DOCSIS3.1 de enlace descendente está disponible la opción R&S®FSW-K192 del analizador de señal y espectro R&S®FSW. El software ofrece numerosas representaciones gráficas con resultados detallados así como tablas de parámetros de medición, lo que facilita considerablemente la caracterización exacta y la localización de errores en el dispositivo bajo prueba. Además, se dispone de prácticas funciones automáticas que permiten ahorrar tiempo y añaden mayor confort. De este modo, el software detecta por sí mismo diversos parámetros de señal y permite así realizar mediciones preliminares sin necesidad de conocer en detalle la señal. Para poder demodular y decodificar todos los códigos se requiere información detallada sobre el perfil DOCSIS3.1 utilizado. Pero también aquí se dispone de funciones automáticas que ejecutan la lectura de los datos del PLC (*physical layer link channel*) o puede recurrirse a la entrada manual.

El software registra una serie de parámetros importantes relativos a la calidad de la señal, como la tasa de error de modulación (MER), que puede determinarse incluso con un diagrama I/Q (16K-QAM) con ocupación extrema, obteniendo una precisión muy elevada. La opción R&S®FSW-K192 es además capaz de decodificar los símbolos detectados y de medir la tasa de errores de bits, alcanzando valores muy bajos (10^{-10}).

Solo falta el dispositivo bajo prueba: R&S®CLGD y R&S®FSW brindan todas las funciones necesarias para analizar componentes de red aptos para DOCSIS3.1.



ANEXO 3
MEDICIÓN DE POTENCIA UTN

Medición de Potencia en RF y Microondas

1- Introducción

El correcto manejo de niveles de potencia es un factor crítico en el diseño y funcionamiento de la mayoría de los sistemas de RF y microondas. Dentro de un sistema, cada una de sus partes debe recibir el nivel adecuado de señal de la etapa anterior y entregar el nivel apropiado a la etapa siguiente. Si estos niveles de potencia son demasiados bajos, la señal se degrada con el ruido. En cambio si el nivel es demasiado excesivo se producirá distorsión de la señal o destrucción de algún dispositivo.

Al referirse a “nivel de la señal” se interpretaría como la medición de tensión en vez de potencia. Para frecuencia bajas, por debajo de los 100 kHz, la potencia se calcula en base a la tensión medida. A frecuencia mayores que los 30 MHz la medición de potencia es más fácil de realizar y también es más exacta. A medida que la frecuencia se acerca al GHz, la medición de potencia se vuelve cada vez más importante debido a que la tensión y la corriente empiezan a perder utilidad. Esto es debido a que estas últimas varían con la posición a lo largo de una línea de transmisión sin pérdidas y en cambio la potencia permanece constante. Otro ejemplo es el uso en guías de onda donde la tensión y corriente son difíciles de definir e imaginar.

2- Unidades y definiciones

El Sistema Internacional de Unidades (SI) ha establecido el watt (W) como la unidad de potencia donde se establece:

$$1 \text{ W} = 1 \text{ Joule/seg}$$

Existen otras unidades eléctricas que son derivadas del watt. Por ejemplo 1 Volt está definido como 1 W / ampere.

Para las distintas mediciones de potencia se emplean prefijos estándares como ser:

kilowatt:	$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W}$
miliwatt:	$1 \text{ mW} = 10^{-3} \text{ W}$
microwatt:	$1 \mu\text{W} = 10^{-6} \text{ W}$
nanowatt:	$1 \text{ nW} = 10^{-9} \text{ W}$
picowatt:	$1 \text{ pW} = 10^{-12} \text{ W}$

3- Mediciones absolutas de potencia

En este caso se emplea como unidad el dBm el cual está definido como:

$$P(\text{dB}) = 10 \cdot \log (P / 1 \text{ mW})$$

4- Mediciones relativas de potencia

En muchos casos se mide atenuación, ganancia, relación entre dos potencias o potencia relativa, más que potencia absoluta. La potencia relativa es la relación entre una potencia P referida a otra potencia o nivel de referencia P_{ref} . En general se lo expresa en dB. Este está definido como:

$$P(\text{dB}) = 10 \cdot \log (P / P_{ref})$$

El empleo del dB tiene dos ventajas:

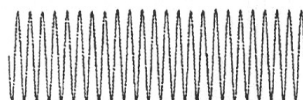
- El rango de valores usado es mas compacto. Por ejemplo, hablar de +63 dB o -153 dB es mas conciso que hablar de $2 \cdot 10^6$ o $0,5 \cdot 10^{-15}$.

Cuando es necesario encontrar la ganancia de numerosas etapas en cascada, en vez de multiplicar cada ganancia, simplemente se las suma en dB.

5- Tipos de medición de potencia

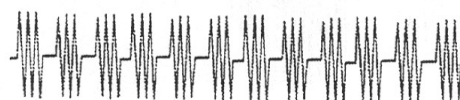
En general se miden tres tipos de potencia:

Potencia media



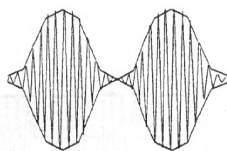
Señal de
RF CW

Potencia de pulso



Señal de RF
pulsada

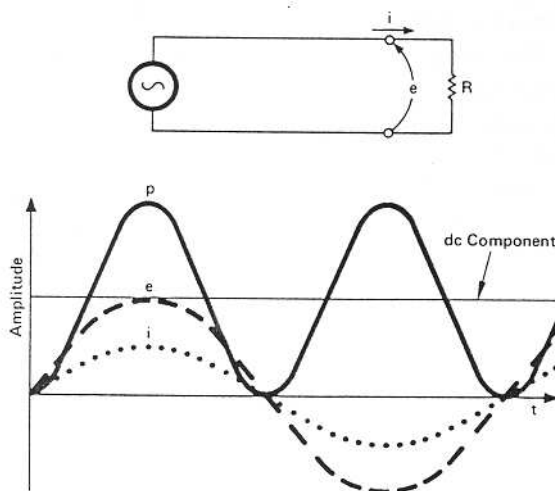
Potencia pico de
envolvente



Señal pulso
gaussiano

La potencia media es la más conocida y especificada en la mayoría de los sistemas de RF y microondas. La potencia de pulso y potencia de pico de envolvente son más utilizadas en radares y sistemas de navegación.

En teoría de circuitos la potencia se define como el producto de tensión por corriente. Pero para señales de CA este producto varía durante el ciclo como se ve en la figura.



Se ve en la figura que la potencia generada tendrá una frecuencia del doble que la tensión y corriente pero además tiene un componente de DC. Por lo tanto el término potencia en nuestro caso se refiere a esta componente de DC. Todos los métodos empleados para medir potencia utilizan sensores que, promediando, seleccionan la componente de DC de la potencia medida a lo largo de muchos períodos.

Matemáticamente se calcula este valor integrando la curva y dividiéndola por la longitud del tiempo de integración. Este tiempo debe ser un número exacto de períodos de señal.

$$P = \frac{1}{nT_0} \int_0^{nT_0} e_p \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t\right) \cdot i_p \sin\left(\frac{2\pi}{T_0} t + \phi\right) dt$$

donde:

T_0 : período de la señal

e_p : valor pico de tensión

i_p : valor pico de corriente

ϕ : ángulo de fase entre tensión y corriente

El resultado de esta integración es:

$$P = \frac{e_p i_p}{2} \cos \phi = \text{erms} \cdot \text{irms} \cdot \cos \phi$$

Si el tiempo de integración abarca muchos períodos de señal, tomar un valor entero o no de períodos no produce un error considerable en el cálculo. Este concepto es la base de la medición de potencia.

5.1- Potencia media

En este caso la potencia media se define como la velocidad de transferencia de energía promediada sobre muchos períodos de la frecuencia más baja presente en la señal. Para una señal CW la frecuencia más baja y más alta es la misma. Para una señal modulada en AM, la potencia debe ser promediada sobre varios ciclos de modulación. Para señales moduladas en pulso, esta potencia debe ser promediada sobre varios ciclos de repetición del pulso.

Matemáticamente la potencia media es:

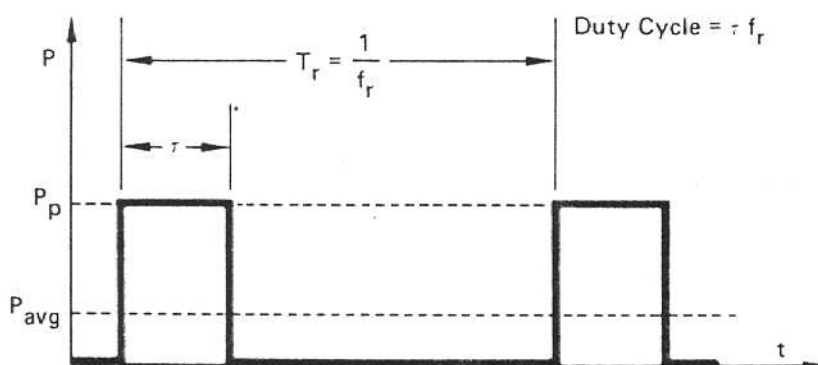
$$P_{avg} = \frac{1}{nT_\tau} \int_0^{nT_\tau} e(t) \cdot i(t) dt$$

donde:

Tl: período de la componente de menor frecuencia de e(t) y i(t).

5.2- Potencia de pulso

Para la potencia de pulso la transferencia de energía se promedia sobre el ancho τ . Este se define como el tiempo entre los puntos de 50 % de amplitud.



Matemáticamente la potencia de pulso es:

$$P_p = \frac{1}{\tau} \int_0^{\tau} e(t) \cdot i(t) dt$$

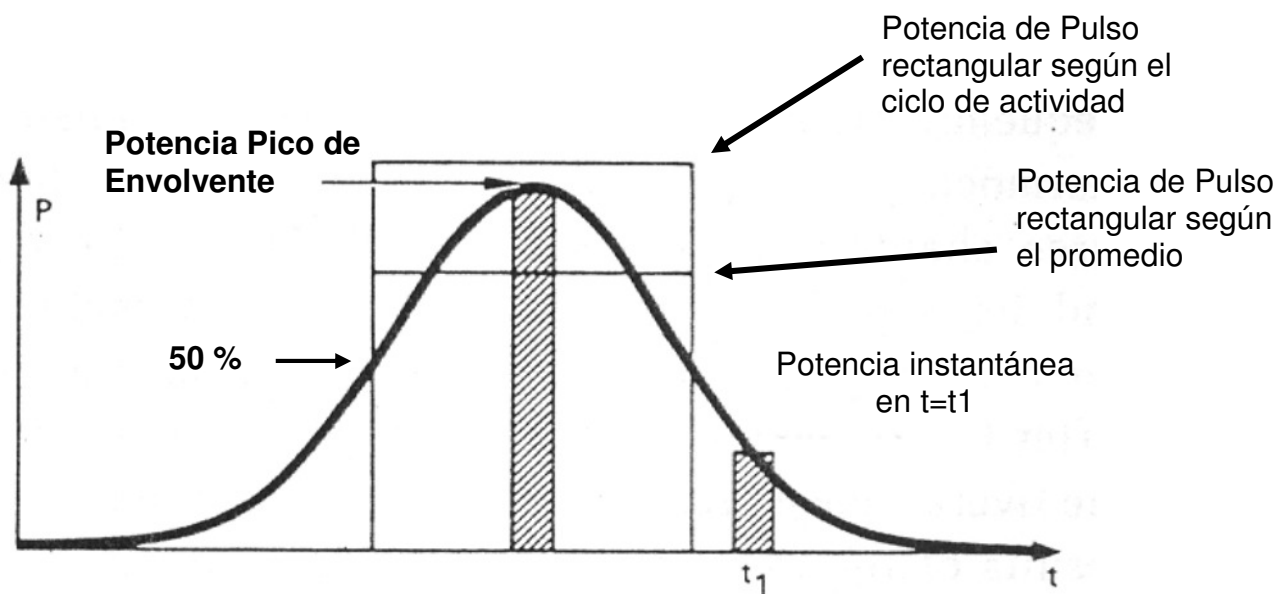
Por definición la potencia de pulso promedia cualquier aberración en el pulso como ser sobreimpulsos o ringing. Por este motivo, se la llama potencia de pulso y no potencia pico o potencia de pico de pulso.

La definición de potencia de pulso para pulsos rectangulares se puede simplificar en:

$$P_p = \frac{P_{avg}}{\text{Duty Cycle}}$$

De este modo se puede calcular este valor midiendo la potencia media y conociendo el ciclo de actividad.

5.3- Potencia Pico de Envolvente

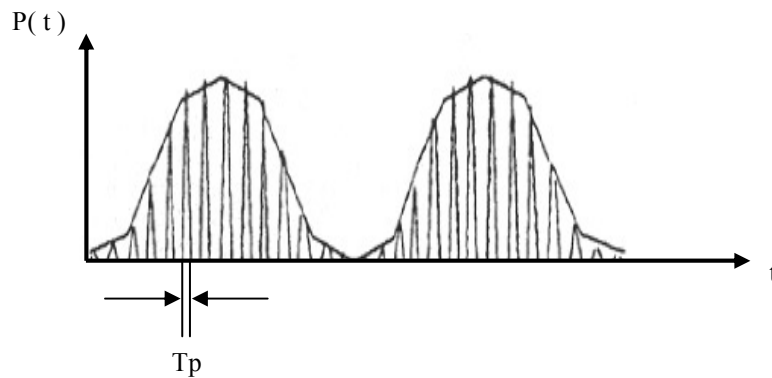


Cuando el pulso no es rectangular o cuando las aberraciones impiden determinar con cierta exactitud el ancho del pulso τ , no es más práctico el empleo de potencia de pulso y se la reemplaza por la potencia de pico de envolvente.

En la figura se muestra un pulso de forma gaussiana donde se observa que las dos variantes de P_p no se adecuan en este caso. La potencia pico de envolvente es un término que describe la máxima potencia.

La potencia de envolvente se mide tomando el tiempo de promedio mucho menor que $1/f_m$ donde f_m es la componente de frecuencia más alta de la señal de modulación.

Entonces P_{pe} es la máxima potencia de las potencias de envolvente (de todas las medias de todos los ciclos de RF del pulso).



$$P_{medport} = \frac{1}{T_p} \int_0^{T_p} v \cdot i \cdot dt$$

$$P_{pe} = P_{medport \max}$$

Casos:

Señal CW (continua): $P_{pe} = P_p$

Señal rectangular: $P_{pe} = P_p = P_{med}$

6- Wattímetros por absorción para la medición de potencia media

6.1- Sensor de potencia con termistor: método bolométrico

Bolómetros son sensores de potencia que operan cambiando su resistencia debido a un cambio en la temperatura. Este cambio en la temperatura resulta de convertir energía de RF en calor dentro del elemento bolométrico.

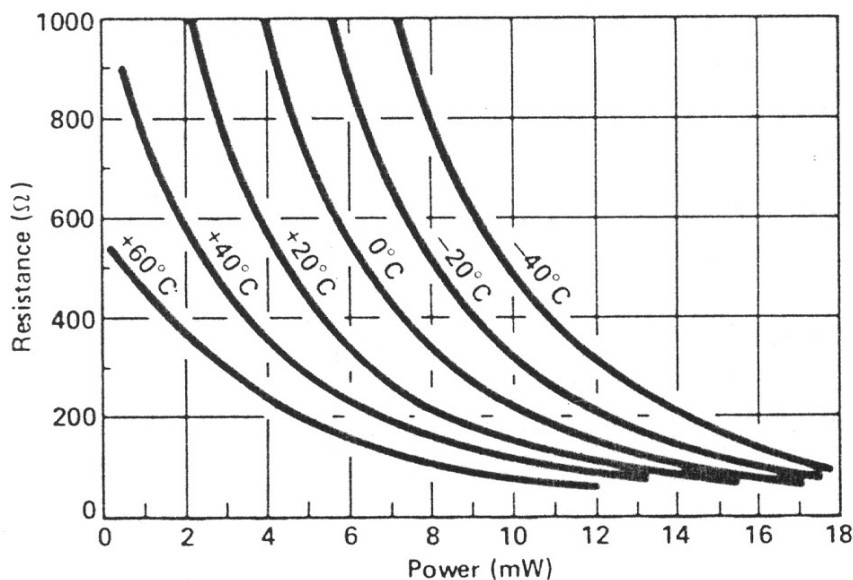
Existen dos tipos de bolómetros:

- Barretters
- Termistores

Un barretter es una pieza muy fina y corta de alambre (generalmente de Wollastron de 1 μm de diámetro) que tiene un coeficiente de temperatura positivo.

Como estos trabajan cerca de su punto limite no toleran transitorios o sobrecargas. Esto provocó que fueran desplazados por los termistores.

Un termistor es un resistor con un coeficiente térmico negativo. Tiene un tiempo de respuesta superior al barretter (100 ms contra 100 μs) pero es mucho mas robusto. En este caso las características resistencia / potencia se observa en el siguiente gráfico:



Estas curvas son claramente no-lineales y varían de un termistor a otro.

6.1.1- Evolución histórica del método bolométrico

Para la medición de potencia con termistores se empleó desde sus comienzos el puente de Wheatstone. Al principio en los primeros modelos de medidores de potencia, los puentes eran desbalanceados y la presencia de RF modificaba al elemento resistivo. Este desbalance se monitoreaba en un indicador y se relacionaba con la potencia de RF mediante tablas de conversión. Obviamente este método tenía varias desventajas:

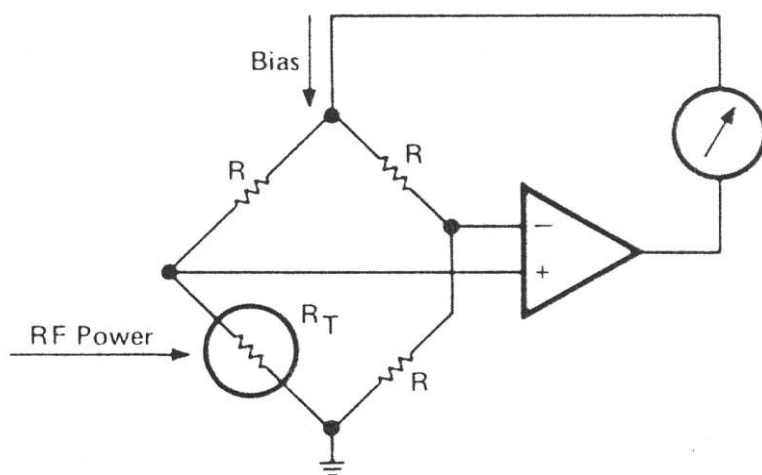
- El elemento resistivo variaba con la potencia por lo tanto también variaba el coeficiente de reflexión (aumento del SWR).
- El rango dinámico estaba limitado a apenas 2 mW (ver curvas).

Posteriormente aparecieron los puentes balanceados en los cuales cuando se aplicaba potencia de RF y se desbalanceaba el puente, el operador volvía a poner al puente en balance disminuyendo la corriente de bias de DC o BF con la condición que esta disminución de potencia de DC coincidía con el aumento de potencia de RF.

Pero para efectuar esta medición se requerían muchos pasos, por lo tanto era largo y requería efectuar cálculos. Pero se incorporaron varias mejoras al método como ser:

- El termistor se mantenía en el mismo punto de su curva característica por lo tanto el coeficiente de reflexión se mantenía constante y se eliminó el empleo de tablas de conversión (método de sustitución).
- Se incrementó la exactitud de medición debido a que se medía potencia de BF o DC.
- Aumentó el rango dinámico a unos 20 dB.

La siguiente evolución fue el empleo de un puente auto-balanceado como el de la figura:



En este caso el desbalance era sentido por un amplificador que formaba un lazo de realimentación con el puente y compensaba automáticamente las variaciones del termistor variando la corriente de bias en el puente. Además esta variación de potencia se la podía medir en un indicador. Este modelo fue empleado en el HP 430C alcanzando un rango dinámico de 25 dB.

El mayor inconveniente era que la resistencia del termistor también variaba con la temperatura ambiente. Tocando simplemente al montaje se producía un cambio en su resistencia provocando una lectura falsa de potencia en el indicador. Esto se solucionó posteriormente con el agregado de un puente de compensación idéntico al anterior en el mismo montaje el cual solamente variaba con la temperatura.

La primera generación de medidores de potencia con montajes de termistores compensados tuvo como ejemplo al HP 431C ya con componentes de estado sólido. En este caso se manejaba una corriente de bias de 10 kHz en el balance de ambos puentes.

Esto introdujo ciertas mejoras en la medición:

- 10 dB mas sensible (aumento del rango dinámico)
- Disminución del error del instrumental del 5% al 1%.

Sin embargo existía el problema de que la señal de 10 kHz no era completamente bloqueada hacia el circuito de RF por lo tanto modificaba ciertas condiciones de operación del generador. Además, aparecía el efecto termoeléctrico dentro de los puentes el cual supuestamente se cancelaría a lo largo de las mediciones. En la practica no se cancela del todo, provocando un error del orden de $0,3 \mu\text{W}$.

6.1.2- Medidores de potencia con puentes de DC automáticos: HP 432A

En este caso se emplea DC en vez de audio frecuencia para mantener los puentes en balance e incorpora un cero automático eliminando la necesidad de colocar un potenciómetro. Las características mas sobresalientes son:

Exactitud del instrumento: $\pm 1\%$

Compensado térmicamente

Rango de medición: entre -20 dBm ($10 \mu\text{W}$) y +10 dBm (10 mW)

Constante de tiempo de la salida de monitor: 35 ms

6.1.2.1- Principio de operación

El puente de RF, que contiene al termistor de detección, se mantiene en balance por medio de la tensión V_{RF} . El puente de compensación, que contiene el termistor de compensación, se mantiene en balance con la tensión V_C .

El medidor de potencia es primeramente puesto a cero sin aplicación de potencia de RF haciendo:

$$V_C = V_{\text{RF0}}$$

donde

V_{RF0} : V_{RF} sin potencia de RF

Si posterior al ajuste en cero se produce algún cambio en la temperatura ambiente, se producirá la misma variación de tensión en ambos puentes para rebalancearlos.

Si se aplica RF al termistor de detección, V_{RF} disminuye de la forma:

$$P_{RF} = \frac{V_{RF0}^2}{4R} - \frac{V_{RF}^2}{4R}$$

donde:

P_{RF} : potencia de RF aplicada

R: valor de la resistencia del termistor en balance

pero como: $V_{RF0} = V_C$

entonces:

$$P_{RF} = \frac{1}{4R} (V_C^2 - V_{RF}^2) = \frac{1}{4R} (V_C - V_{RF}) \cdot (V_C + V_{RF})$$

Entonces el indicador de potencia deberá responder a la ecuación anterior, es decir ser proporcional a la suma y a la diferencia de V_{RF} y V_C .

La señal $V_C - V_{RF}$ se obtiene tomando las dos tensiones de los puentes y aplicándolas a un circuito de chopeo. Este circuito está manejado por un multivibrador de 5 kHz, obteniéndose a su salida una señal cuadrada cuya amplitud pico a pico es proporcional a $V_C - V_{RF}$.

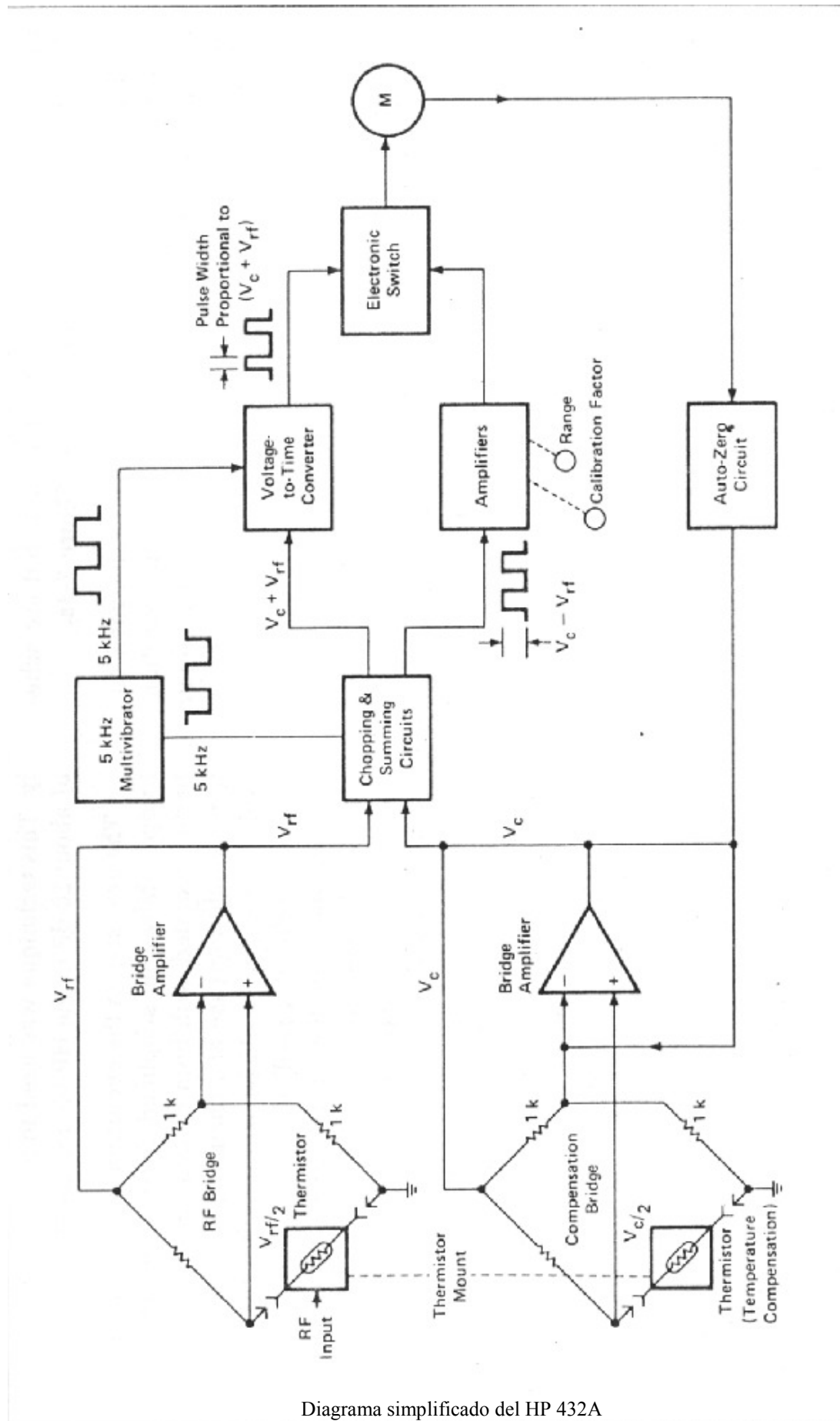
La señal $V_C + V_{RF}$ se obtiene tomando las dos tensiones de los puentes y aplicándolas a un circuito sumador y luego a un conversor tensión - tiempo igualmente manejado por un multivibrador de 5 kHz. A la salida se obtiene una señal pulsante con un ancho τ proporcional a $V_C + V_{RF}$. Esta señal se aplica como control de una llave electrónica por la cual circula la otra señal. De esta manera se obtiene una señal rectangular:

- Su amplitud es proporcional a $V_C - V_{RF}$.
- Su ancho de pulso es proporcional a $V_C + V_{RF}$

Finalmente el indicador es un miliamperímetro que responde al valor medio de la corriente, la cual será:

$$I_{med} = \frac{1}{T} \int i(t) \cdot dt = \frac{1}{T} \cdot A \cdot \tau = \frac{1}{T} \cdot K \cdot (V_C - V_{RF}) \cdot (V_C + V_{RF})$$

La constante K dependerá del rango de potencia utilizado y del factor de calibración.



El error del instrumental es del 1 %. Pero se puede disminuir al 0,2 % si se toman las tensiones V_C y V_{RF} del panel posterior del instrumento y se las mide con voltímetros digitales de precisión.

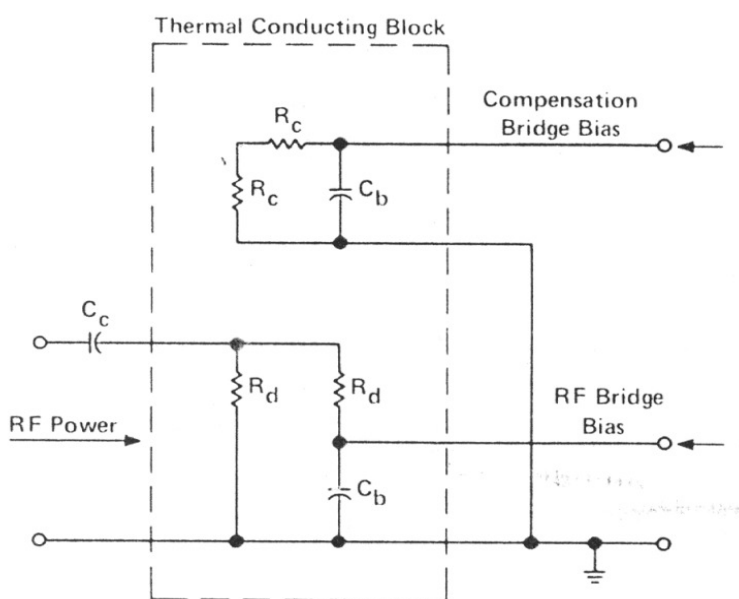
6.1.3- Sensor a termistor compensado

El montaje a termistor compensado como el HP 478A utiliza conector coaxial del tipo N o APC-7. También existen montajes para guía de onda como el HP486A. Por lo tanto con la combinación de varios de estos sensores se cubre un rango de frecuencia entre 10 MHz y 40 GHz.



Vista del sensor a termistor compensado

Dentro de estos montajes están alojados cuatro termistores apareados, eléctricamente conectados como se ve en la figura siguiente:



Sobre estos termistores circula una corriente de bias que fija sus resistencias en 100 ohms.

En el puente de detección el capacitor C_b está para que los dos termistores R_d estén conectados en serie para el puente (200 ohms) y en paralelo para la RF (50 ohms).

En el puente de compensación ocurre lo mismo que en el otro con la salvedad que estos termistores se encuentran dentro de una cavidad para aislarlos de la señal de RF. Además están montados en el mismo bloque de conducción térmica que los termistores de detección. La masa de este bloque debe ser suficientemente grande para evitar posibles gradientes de temperatura entre los termistores.

En este sistema existe un error llamado **Error del Elemento Dual** limitado solamente a montajes coaxiales:

Debido a que para el puente los termistores están en serie y para la RF están en paralelo, si estos no son idénticamente iguales en resistencia, sucederá lo siguiente:

- Circulará una mayor corriente de RF por la de menor resistencia.
- Disipará mayor potencia de DC la de mayor resistencia.

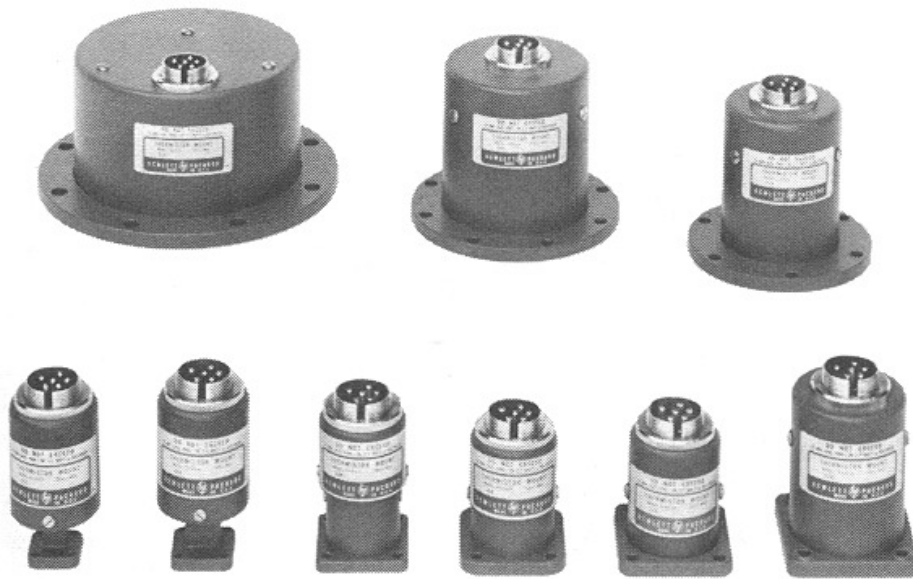
Este error es proporcional al nivel de potencia. Para este caso Hewlett Packard garantiza un error $< 0,1 \%$ por lo tanto es despreciable.

6.1.4- Clasificación de los montajes

Modelo	Rango de Frecuencia (GHz)	Resistencia del montaje (Ω)	SWR
478A	0,01 a 10	200	$\leq 1,75$
8478B	0,01 a 18		
8478B opc 11	0,01 a 18		
S 486A	2,6 a 3,95	100	$\leq 1,5$
G 486A	3,95 a 5,85		
J 486A	5,3 a 8,2		
H 486A	7,05 a 10		
X 486A	8,2 a 12,4		
M 486A	10 a 15		
P 486A	12,4 a 18		
K 486A	18 a 26,5	200	≤ 2
R 486A	26,5 a 40		

El HP 432A es compatible con todos estos montajes, tanto coaxiales como de guía de onda.

Debido a la variante en la adopción de la resistencia del montaje, el instrumento tiene una llave de selección de dicha R del montaje entre 100 y 200 ohms.



Montajes a guía de onda HP 486A

6.1.5- Factor de calibración

6.1.5.1- Coeficiente de reflexión

El objetivo para la correcta medición de la potencia de RF o microondas es que el sensor de potencia, el cual actúa como carga al generador, absorba toda la potencia incidente. Como en la práctica el sensor tiene un cierto coeficiente de reflexión $\Gamma \neq 0$, parte de la potencia se reflejará de vuelta al generador y no se disipará en el sensor.

$$P_i = P_r + P_d$$

donde:

P_i : potencia incidente

P_r : potencia reflejada

P_d : potencia disipada

La relación entre P_r y P_i de un sensor está dado por el coeficiente de reflexión ρ_l :

$$P_r = \rho_l^2 \cdot P_i$$

Este coeficiente ρ_l es un parámetro muy importante ya que define el error por desadaptación que se discutirá más adelante.

6.1.5.2- Eficiencia efectiva

Otro fenómeno que contribuye al error del sensor es el hecho que no toda la potencia que entra al sensor se disipa en el elemento resistivo debido a la disipación en los conductores, en las paredes (para guía de onda), en los dieléctricos, en los capacitores, etc.

Además hay que agregarle el hecho que existe un error en la sustitución de potencia debido a la diferente distribución de la corriente de DC respecto a la de microondas o RF.

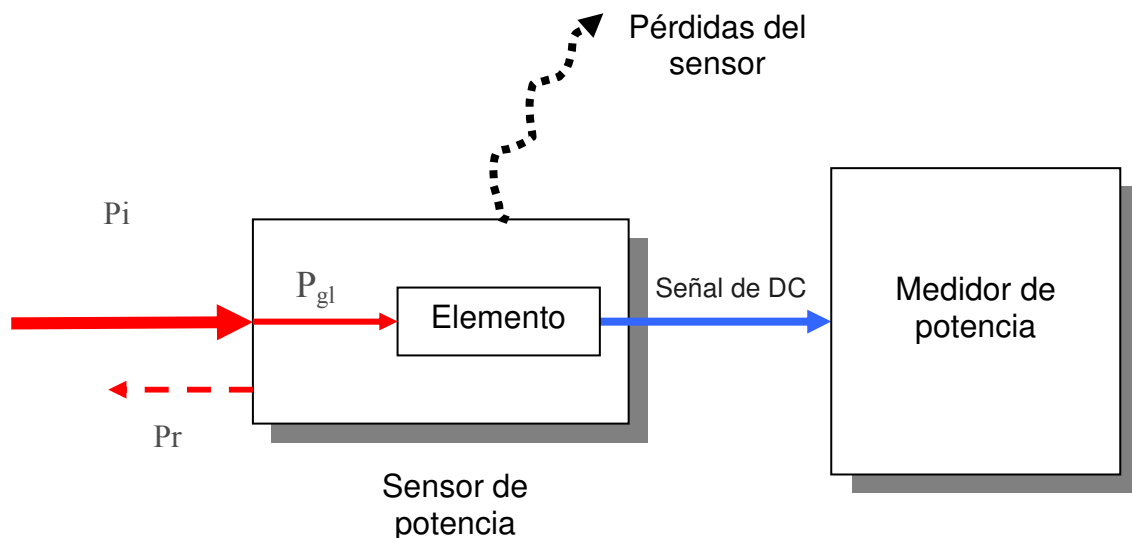
Lo que se pretende es que la potencia sustituida de DC P_s sea igual a la potencia de entrada de RF P_e , pero debido a lo anterior mencionado:

$$P_s \neq P_e$$

Para caracterizar este efecto se define el rendimiento efectivo como:

$$\eta_e = P_s/P_e$$

Siendo en la practica un valor inferior a 1.

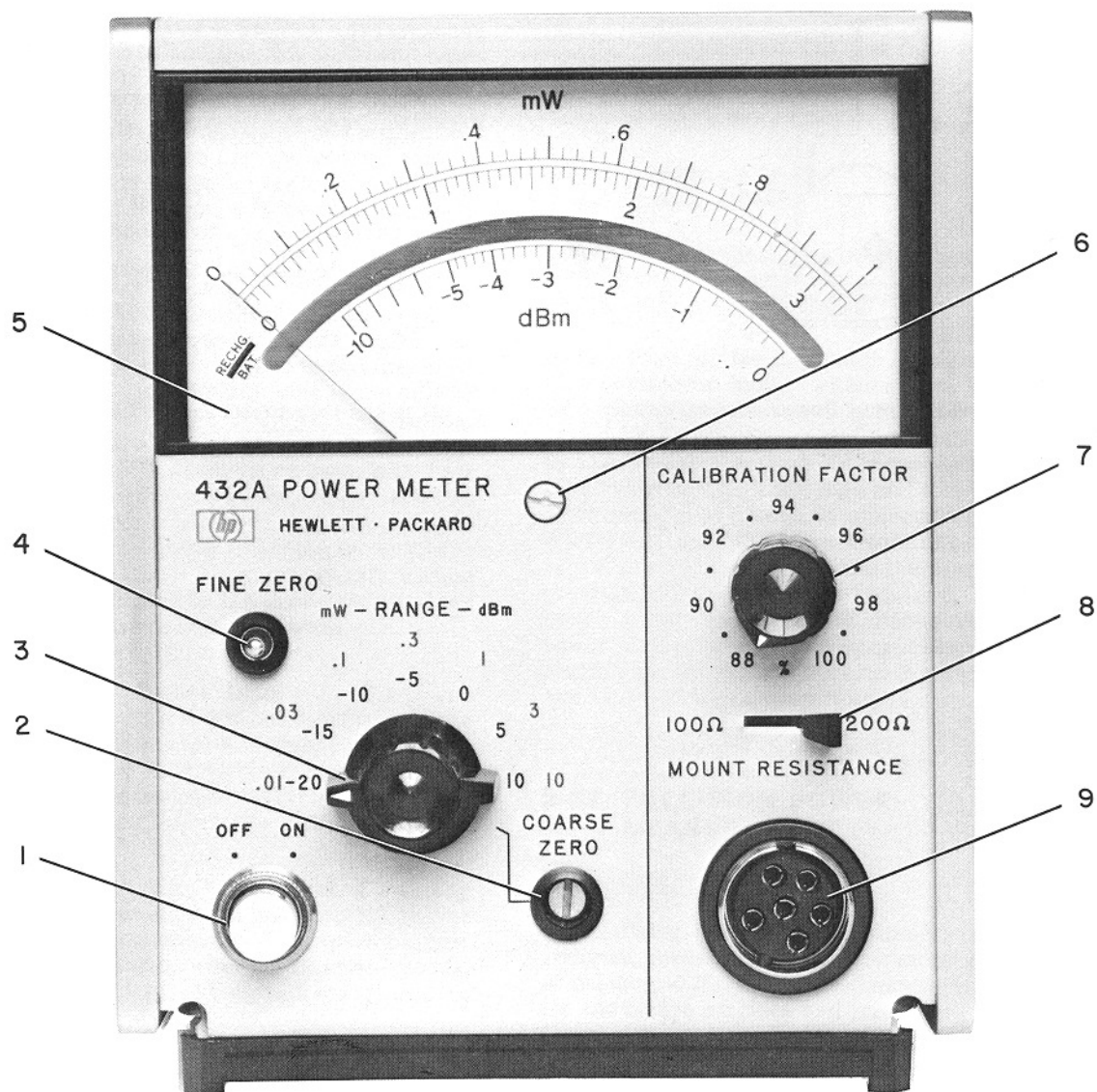


Por lo tanto el factor de calibración del sensor es una combinación del coeficiente de reflexión y la eficiencia efectiva:

$$K_b = \eta_e \cdot (1 - \rho^2) = \eta_e \cdot P_{gl}/P_i$$

Si un sensor tiene un K_b de 0,91 el medidor de potencia indicará un nivel 9 % inferior a la potencia incidente P_i . El HP 432A tiene la posibilidad de corregir este parámetro K_b . Sin embargo, esta corrección no significa la total corrección del efecto del coeficiente de reflexión. Por lo tanto aun existirá una cierta incertidumbre por desadaptación.

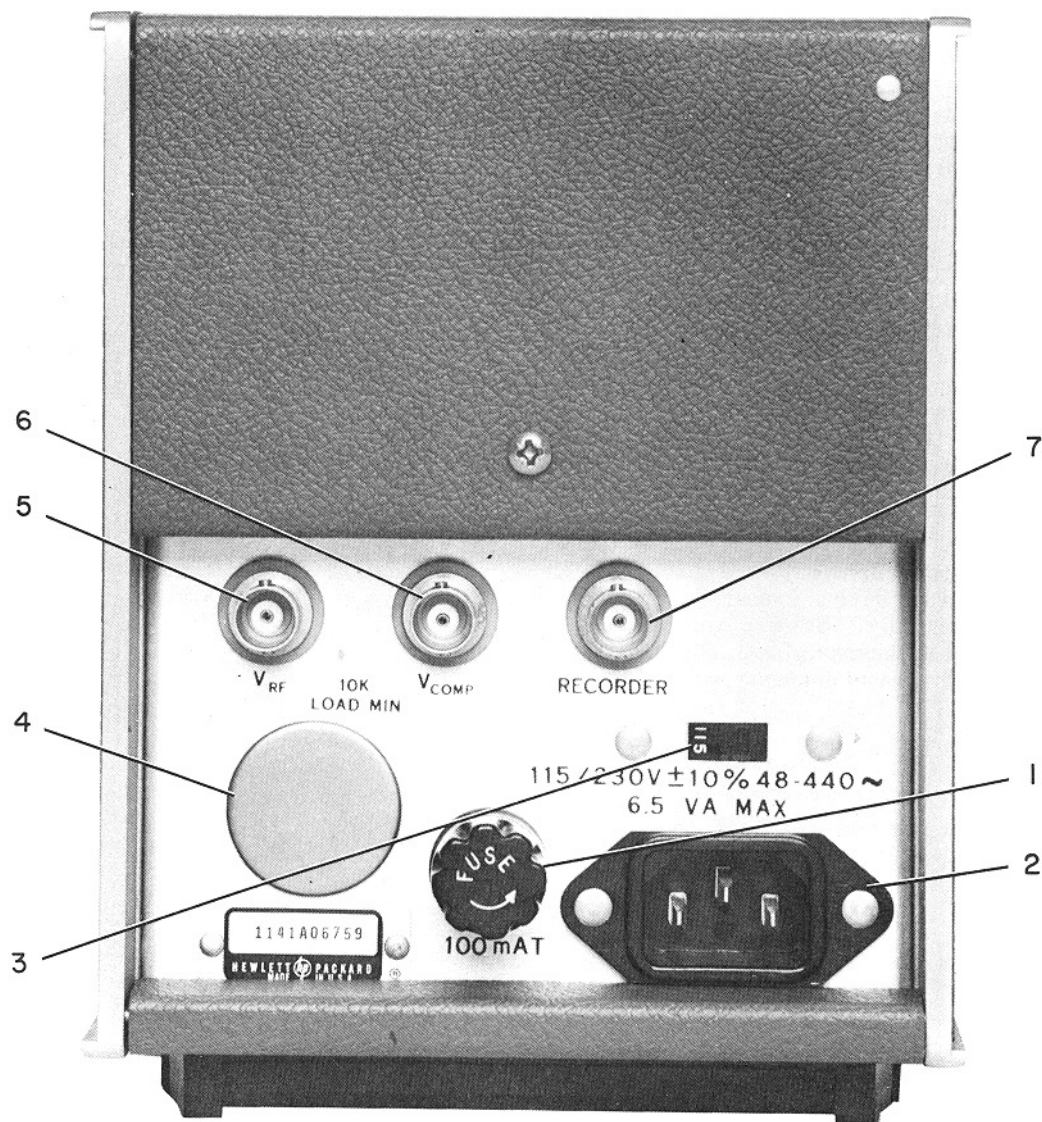
6.1.6- Vista de frente del HP 432A



Descripción:

- 1- Llave de encendido
- 2- Ajuste grueso de cero
- 3- Selector de rango de potencia
- 4- Ajuste fino de cero
- 5- Indicador con escala lineal (mW) y logarítmica (dBm)
- 6- Ajuste del cero mecánico
- 7- Selector del factor de calibración
- 8- Selector de la resistencia del montaje
- 9- Conector para el montaje bolométrico

6.1.7- Vista de atrás del HP 432A



Descripción

- 1- Fusible
- 2- Conector de línea
- 3- Selector de tensión de línea
- 4- Opción para conector trasero del montaje bolométrico
- 5- Salida de V_{RF}
- 6- Salida de V_C
- 7- Salida para monitor (1 V = indicación de plena escala)

6.2- Sensores con termocuplas

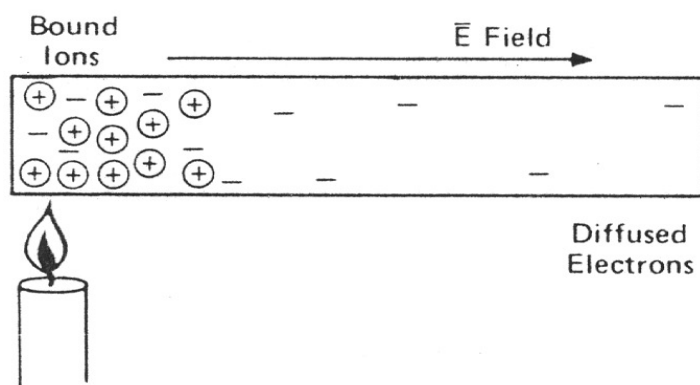
6.2.1- Introducción

El uso de termocuplas para el sensado de potencia en RF y microondas ha sido un progreso de las ultimas décadas para poder aumentar el rango de medición así como la exactitud en las mediciones.

Esta evolución es el resultado de la combinación de tecnologías de semiconductores y película fina.

6.2.2- Principio de operación de las termocuplas

Las termocuplas generan una tensión debido a la existencia de diferencia de temperatura a lo largo de esta. Un ejemplo básico de esto es el de la figura siguiente:



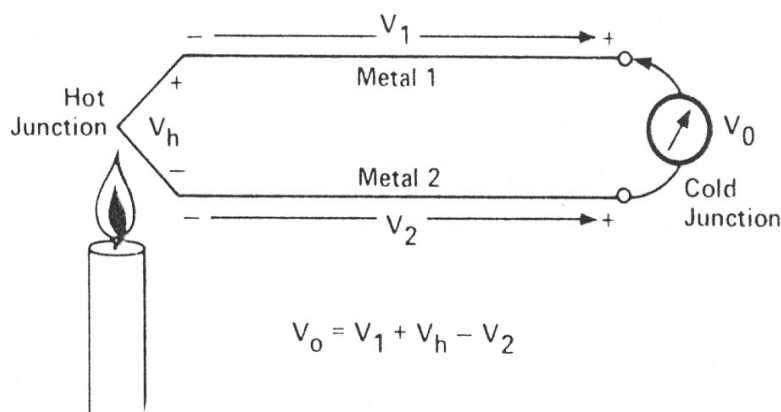
Si tenemos una barra de metal larga que es calentada en la parte izquierda. Debido al incremento de la agitación térmica en dicho extremo, provoca la aparición de numerosos electrones libres. Este aumento en la densidad de electrones a la izquierda provoca una difusión hacia la derecha. Además hay una fuerza tendiendo a causar la difusión de los iones positivos hacia el mismo lado pero no se produce ya que estos están sujetos a la estructura metálica. Cada electrón que migra hacia la derecha deja un ion que trata de atraer al electrón de vuelta hacia la izquierda dado por la ley de Coulomb. La barra de metal llega a un equilibrio cuando la fuerza de difusión hacia la derecha se iguala con la fuerza de Coulomb hacia la izquierda. La fuerza hacia la izquierda se puede representar como un campo eléctrico apuntando hacia la derecha. Este campo eléctrico a lo largo de la barra ocasiona una tensión llamada **fem de Thomson**.

El mismo principio se aplica a una juntura de distintos metales, donde diferentes densidades de electrones en los dos metales provocan una difusión y una fem. Este fenómeno se lo denomina **efecto Peltier**.

Una termocupla esta formada por un lazo o circuito con dos juntas:

- Junta caliente la cual está expuesta al calor.
- Junta fría

Este lazo se abre con la introducción de algún voltímetro sensible para medir la fem neta. El lazo de la termocupla utiliza las fem de Thomson y Peltier para producir la tensión termoeléctrica neta. El efecto total es también conocido como **fem de Seebeck**:



A veces muchos pares de termocuplas se conectan en serie de modo tal que todas las juntas calientes estén expuestas al calor y la juntas frías no. De esta manera se suman los efectos de cada una de ellas formando una **termopila**.

6.2.3- Termocuplas empleadas en RF y microondas

Las termocuplas tradicionales están construidas con bismuto y antimonio. Para que una de las juntas se calienta en presencia de la energía de RF, esta energía es disipada en un resistor construido con los metales que hacen la junta. Este resistor debe ser pequeño en longitud y sección para poder tener:

- Una resistencia lo suficientemente elevada para ser una terminación adecuada para una línea de transmisión.
- Un cambio en temperatura medible para una potencia mínima a ser medida.
- Una respuesta en frecuencia uniforme.

Las termocuplas moderna están ejemplificadas en el HP 8481A:

Un resistor de película delgada construido con nitrato de tantalio y depositado en la superficie de un chip de silicio tipo N convierte la energía de microondas en calor. Este material resistivo forma una terminación de baja reflexión para líneas de transmisión hasta 18 GHz. Esto hace que el sensor a termocupla tenga el menor coeficiente de reflexión de todos los métodos de sensado.

Cada chip contiene dos termocuplas. En cada una el resistor de nitrato de tantalio, para convertir energía de RF en calor, se deposita sobre el silicio. Una capa aislante de dióxido

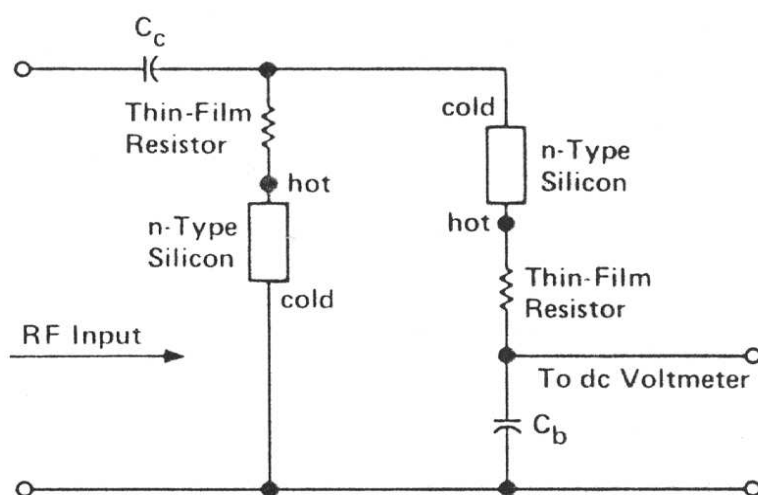
de silicio separa al resistor del silicio. En un extremo del resistor, cerca del centro del chip, la capa aislante tiene un agujero por donde se conecta dicho resistor con el silicio (juntura caliente). El otro extremo del resistor y el borde contrario del silicio tienen contactos de oro (juntura fría). Estos contactos sirven además de conectar eléctricamente a los circuitos externos, para fijar el chip al sustrato y servir de camino térmico para conducir el calor fuera del chip.

Como el resistor convierte energía de RF en calor, el centro del chip, el cual es muy delgado, se pone mas caliente que sus extremos por dos razones:

- La forma del resistor causa que la densidad de corriente y el calor generado sea máximo en el centro del chip.
- Los extremos del chip son gruesos y bien disipados debido a la conducción térmica de los conectores de oro.

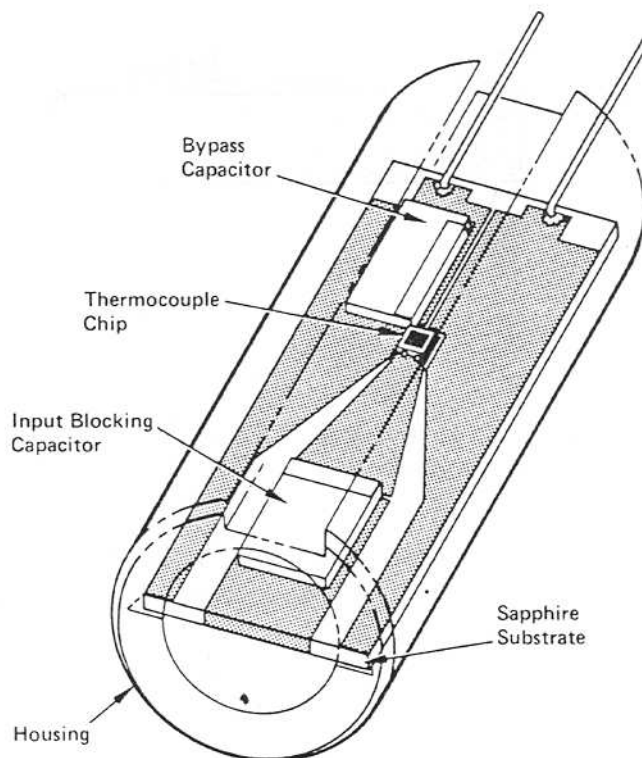
Por lo tanto existirá un gradiente térmico a través del chip produciendo una fem termoeléctrica.

En cada chip las termocuplas están conectadas según el siguiente circuito:



Las termocuplas están conectadas en serie para mejorar la sensibilidad de DC. Para RF estas termocuplas están en paralelo. Cada resistor en serie con el silicio forma una resistencia total de 100 ohms (similar al caso del bolómetro).

El chip es vinculado con la línea de transmisión depositada sobre un sustrato de zafiro como se observa en la siguiente figura:



Se utiliza una línea de transmisión coplanar para converger al tamaño del chip manteniendo la misma impedancia característica para cualquier plano transversal. Esto contribuye a la obtención de un muy bajo Γ especialmente para microondas.

6.2.4- Sensibilidad

La sensibilidad es igual al producto de dos parámetros de la termocupla:

- Potencia termoeléctrica
- Resistencia térmica

La potencia termoeléctrica es la tensión de salida (en μV) por $^{\circ}\text{C}$ de diferencia de temperatura entre las juntas. En el HP 8481A este valor es de $250 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$. Esto se controla con la densidad de impurezas de tipo N en el silicio.

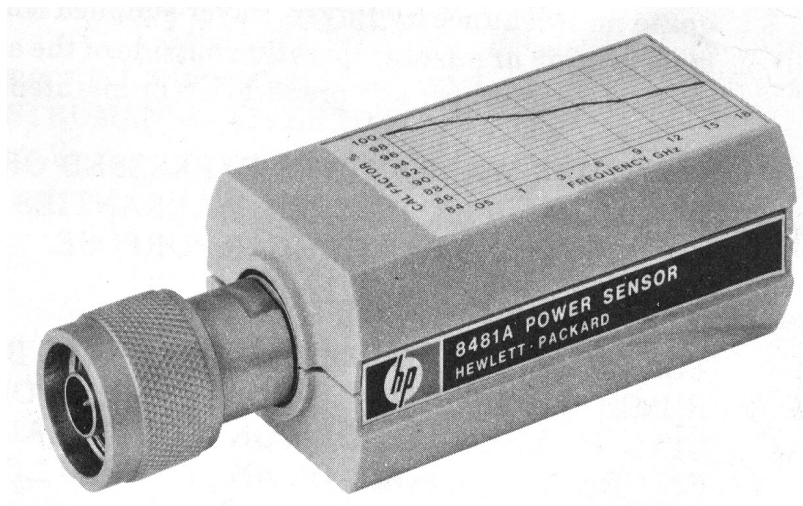
La resistencia térmica en este caso es de $0,4 ^{\circ}\text{C}/\text{mW}$ debido al espesor del silicio.

Esto produce una sensibilidad de cada termocupla de $100 \mu\text{V}/\text{mW}$. Sin embargo la sensibilidad de las dos termocuplas en serie es de solamente $160 \mu\text{V}/\text{mW}$ en vez de $200 \mu\text{V}/\text{mW}$ debido a que la junta de una de las termocuplas es calentada por la resistencia de la otra dando un gradiente de temperatura un poco menor.

La resistencia térmica limita la máxima temperatura disipada en la junta caliente (del orden de los 500 °C) por lo tanto el HP 8481A está limitado a 300 mW de máxima potencia media.

La resistencia térmica combinada con la capacidad térmica forma una constante de tiempo de unos 120 μ s. Sin embargo la constante de tiempo total del medidor es mucho mayor debido a los demás circuito de medición.

6.2.5- Vista del HP 8481A



6.3- Sensores con detector a diodo

6.3.1- Introducción

Los diodos rectificadores han sido usados como detectores para mediciones relativas en microondas. Sin embargo para mediciones absolutas de potencia han sido limitados a frecuencias de radio y la banda inferior de microondas. Los diodos de alta frecuencia han sido de la variedad de “punto de contacto” siendo consecuentemente frágiles, no repetibles y sujetos a cambios en el tiempo. Actualmente existen diodos de juntura metal-semiconductor para microondas, robustos y consistente entre diodo y diodo. Estos diodos pueden medir hasta 100 pW (-70 dBm) y hasta 18 GHz.

La ventaja en este caso es que el mismo medidor de potencia es compatible con los sensores a termocuplas y a diodo, pudiendo abarcar un rango amplio de potencia y frecuencia.

6.3.2- Principio de operación del diodo detector

Los diodos convierten energía de alta frecuencia en DC debido a sus propiedades de rectificación que salen de sus características V-I no lineales. Esto indicaría que cualquier diodo de juntura p-n podría ser un detector sensible. Sin embargo, en este caso si no tiene una corriente de bias el diodo presentará una impedancia bastante elevada y proveerá una potencia detectada muy pequeña a una carga. La señal de RF tendrá que ser bastante elevada para poder llevar la juntura a 0,7 V para que empiece a circular una corriente significativa. Otra posibilidad sería colocarle una bias de DC de 0,7 V para que una pequeña señal de RF provoque una corriente rectificada considerable. En la práctica, la bias provoca ruido y corrimiento térmico.

Un diodo de detección sigue la siguiente ley:

$$i = I_s \cdot (e^{\alpha v} - 1)$$

donde:

i: corriente del diodo

v: tensión en bornes del diodo

I_s : corriente de saturación (constante a una determinada temperatura)

$$\alpha = q/(n.K.T)$$

donde:

q: carga del electrón

K: constante de Boltzmann

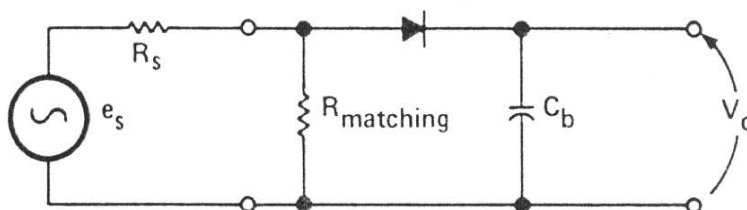
T: temperatura absoluta

n: factor de corrección

La ecuación anterior se puede escribir como:

$$i = I_s \cdot \left(\alpha v + \frac{(\alpha v)^2}{2!} + \frac{(\alpha v)^3}{3!} + \dots \right)$$

El término de segundo orden y de ordenes impares son los que producen la rectificación. Para señales pequeñas solamente el término de segundo orden es relevante entonces se dice que el diodo opera en su zona cuadrática. Cuando el nivel de tensión es tan elevado que el término de cuarto orden se hace visible, se dice que el diodo salió de dicha zona cuadrática.



El circuito anterior representa a un detector a diodo sin bias para pequeña señal. La potencia transferida al diodo será máxima cuando su resistencia coincida con la R del generador R_s .

La resistencia del diodo es:

$$R_o = 1/(\alpha \cdot I_s)$$

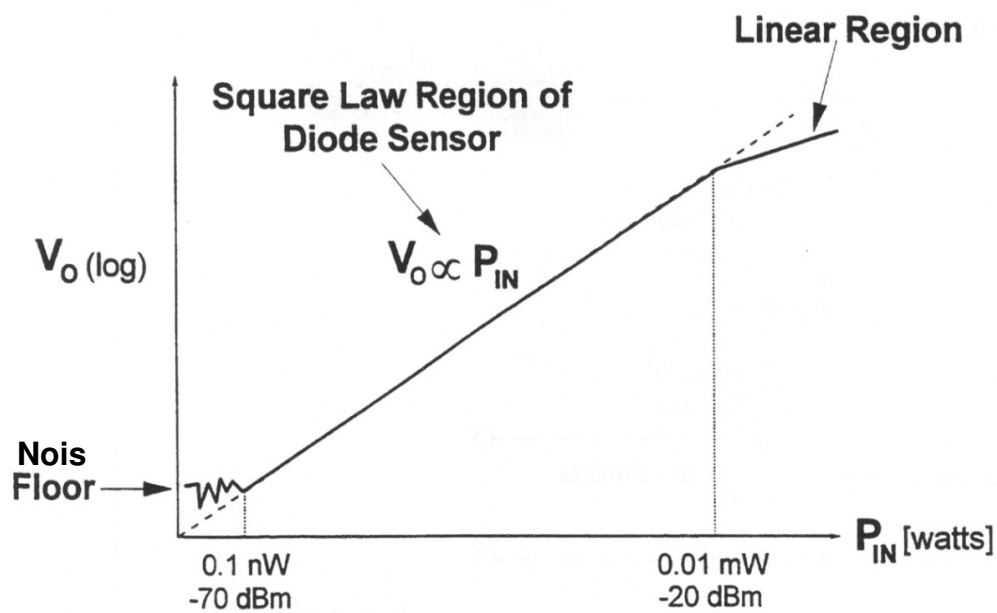
Siendo R_o fuertemente dependiente de la temperatura. Esto provoca que su sensibilidad y coeficiente de reflexión también dependan de la temperatura. Para poder hacerlo menos dependiente se hace R_o mucho mayor que R_s y se termina con una resistencia de 50 ohms.

Si R_o se hace muy elevada, existirá una pobre conversión de RF a DC pero disminuye la sensibilidad, por lo tanto existirá una relación de compromiso entre dependencia con la temperatura y sensibilidad. En la práctica se adoptan los valores para I_s de 10 μA y R_o de 2,5 k Ω .

El valor de I_s se logra construyendo al diodo con materiales adecuados que tengan una barrera de potencial baja a través de la juntura, como las junturas metal-semiconductor o diodos Schottky (LBSD). Estos son contruidos con técnicas fotometalúrgicas para conseguir además capacidades de juntura lo suficientemente pequeñas para trabajar hasta los 18 GHz. Este valor es del orden de 0,1 pF

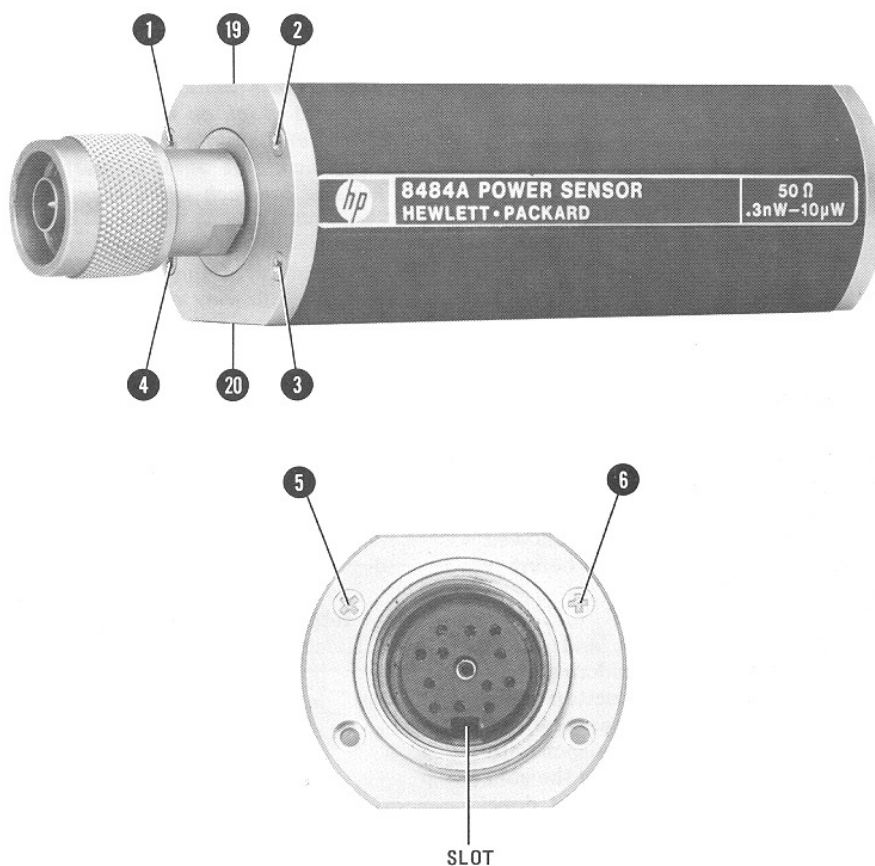
Esto permite al HP 8484A trabajar entre -20 dBm (10 μW) y -70 dBm (100 pW) y de 10 MHz a 18 GHz. Esto lo hace unas 3000 veces mas eficiente en la conversión de RF a DC que las termocuplas.

Esto último se logra agregando cierto circuito externo al diodo para compensar reactancias parásitas.



Curva de operación del diodo

6.3.3- Vista del HP 8484A



6.3.4- Detector a diodo para modulación en amplitud

Existe cierta confusión sobre el concepto que los detectores a diodo no pueden medir la potencia media de una onda modulada en AM, debido al concepto de detector pico siendo los termistores y termocuplas los únicos capaces de medir potencia media verdadera.

Sin embargo los diodos detectores miden adecuadamente potencia media siempre que estén trabajando en su zona cuadrática. El error reside en que se supone que el diodo conduce en los picos de modulación cargando a Cb, y se abre en los valles descargándose Cb. En este caso el diodo nunca se desconecta por lo que es tan eficiente durante la carga de Cb en las crestas como durante su descarga en los valles de modulación.

6.4- Medidor de potencia: HP 435A

6.4.1- Principio de operación

El HP 435A utiliza tanto sensores a diodo como a termocuplas. En este caso se describe el funcionamiento con estas últimas.

La salida de DC de la termocupla es de unos 160 nV para 0 dBm aplicado al sensor. Por lo tanto este nivel de tensión no se puede transportar en un cable ordinario al medidor. Entonces se agrega un circuito de acondicionamiento dentro del mismo sensor.

La tensión DC se chopea transformándose en una señal rectangular, luego se la amplifica y finalmente se la rectifica en forma sincrónica.

El chopeador está compuesto por llaves con FET que están a la misma temperatura para evitar corrimientos térmicos. Además para evitar la aparición de termocuplas indeseadas se utiliza un solo metal: el oro.

La frecuencia de chopeo es de 220 Hz como resultado de distintos factores:

Existen factores que tienden a elevar esta frecuencia para disminuir el ruido ($1/f$) y tener un mayor ancho de banda.

Limitar el chopeado a una frecuencia baja es porque pequeños picos en el chopeado se introducen con la señal. Estos picos tienen los valores adecuados para ser integrados en el detector sincrónico y enmascararlo como señal válida. Cuantos menos picos hayan por segundo, la señal enmascarada será mas pequeña. Como estos picos están presentes durante la operación de la puesta a cero, y mantienen su valor durante la medición de la señal, no causan error alguno.

Un método para minimizar el ruido al amplificar señales pequeñas es limitando su ancho de banda ya que dicho ruido es de banda ancha, de modo tal que para las señales más débiles se emplearan anchos de bandas lo más angostos posibles. Estos se incrementarán con los diferentes rangos de potencia. En nuestro caso para el rango más sensible la constante de tiempo es de 2 segundos, mientras que para el rango mas elevado este tiempo es de 0,1 segundos.

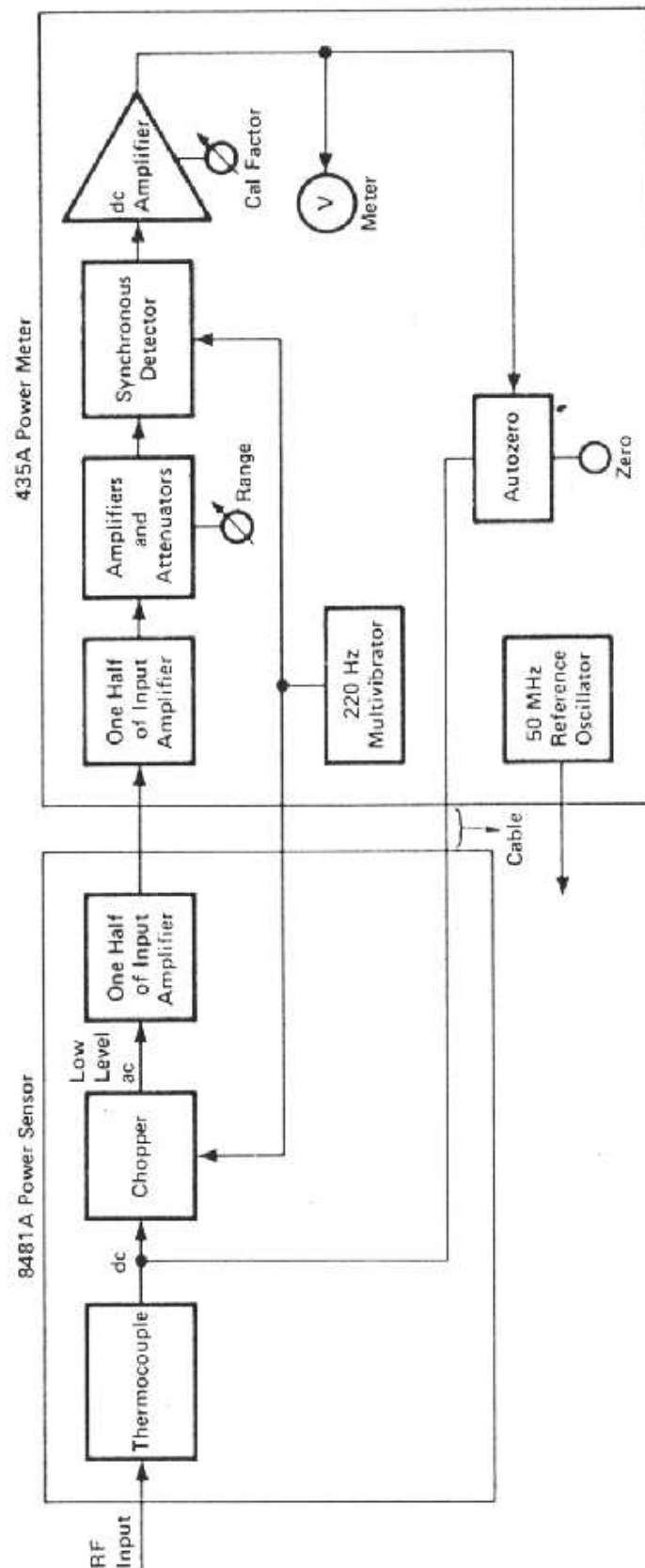


Diagrama en bloques HP 435A con sensor 8481A

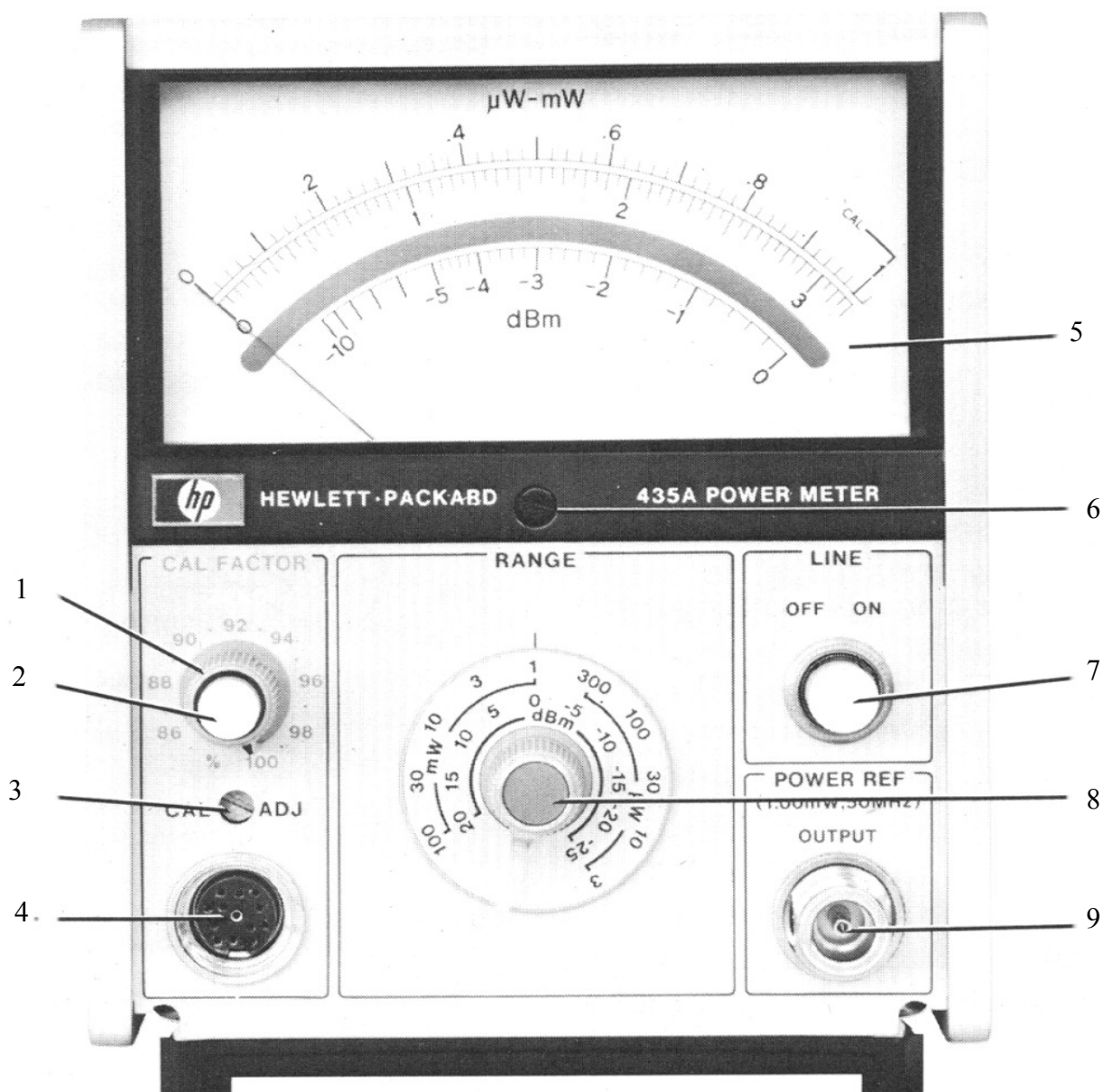
6.4.2- Oscilador de referencia

En este método de medición no se produce una sustitución directa de potencia de RF por potencia de continua como sucede en el método bolométrico. Por lo tanto este tipo de medición es a lazo abierto y producirá diferentes tensiones de DC a la salida para una misma potencia de entrada debido a:

- Diferencias de sensibilidad entre sensores
- Corrimiento en la sensibilidad para un mismo sensor.

Para solucionar este problema se incluye una referencia de potencia de 1,00 mW a 50 MHz calibrado. Al comenzar una medición, se conecta el sensor a este conector y se calibra el indicador a 1 mW (fondo de escala en el rango de 1 mW). En el sensor viene impresa una tabla del F_c para diferentes frecuencias y a la frecuencia de referencia (50 MHz). Con esto se transforma en un sistema a lazo cerrado.

6.4.3- Vista de frente del HP 435A

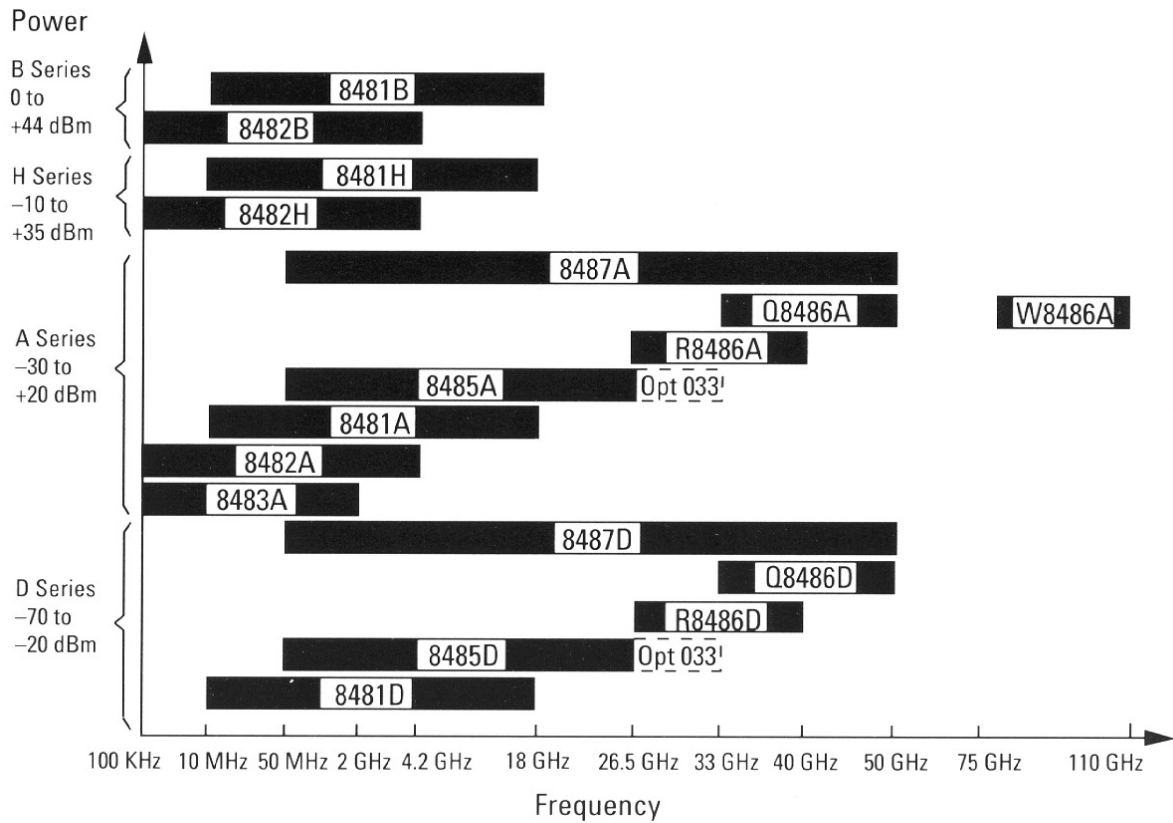


Descripción

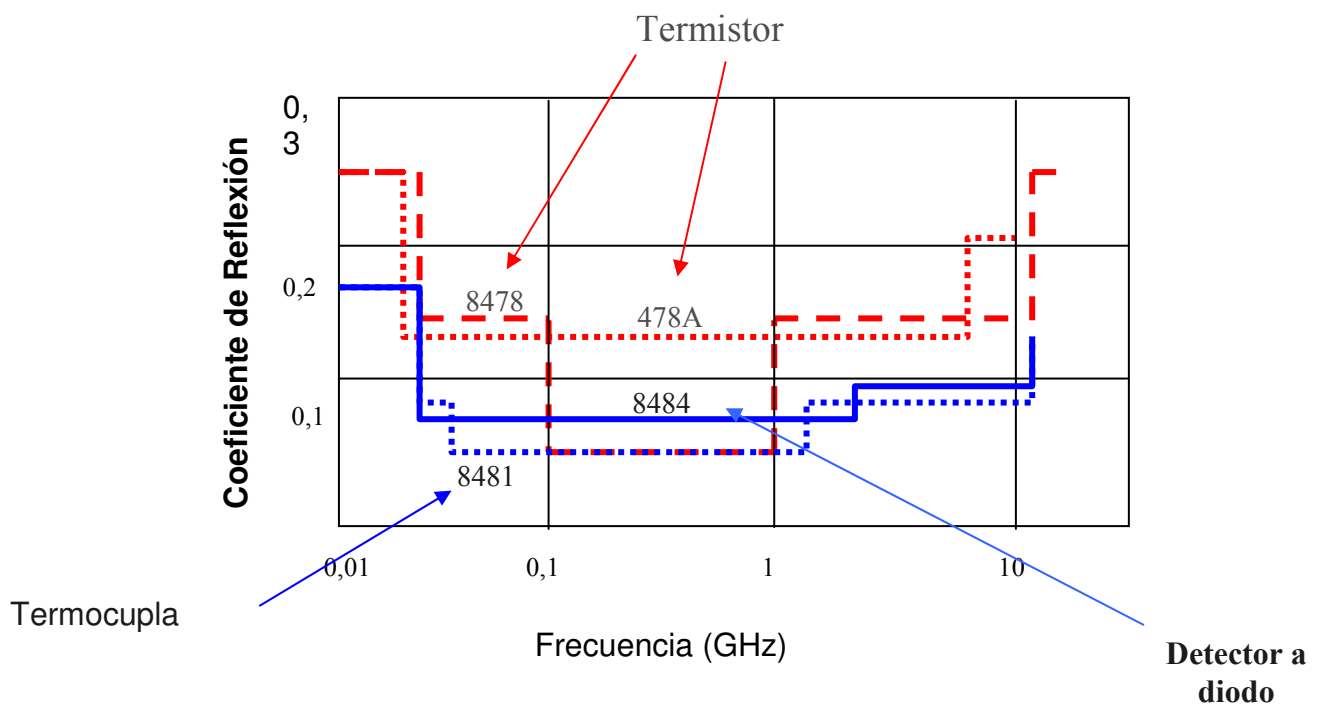
- 1- Selector del factor de calibración
- 2- Ajuste del cero eléctrico
- 3- Ajuste de 1 mW a plena escala
- 4- Conector para el sensor
- 5- Indicador de potencia con escala lineal y logarítmica
- 6- Ajuste del cero mecánico
- 7- Llave de encendido
- 8- Selector del rango de potencia
- 9- Salida de la potencia de referencia

6.5- Comparación entre los distintos sensores

6.5.1- Rango de potencia en función de la frecuencia



6.5.2- Coeficiente de reflexión

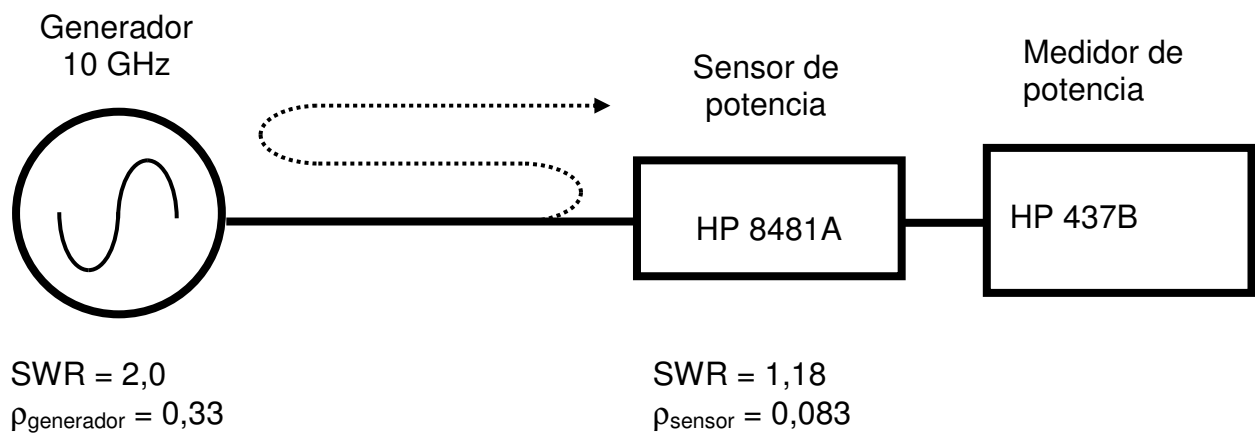


6.6- Incertidumbres en la medición de potencia

Las principales fuentes de error son las siguientes:

- Errores debido a desadaptaciones del sensor y del generador
- Errores debido al sensor de potencia
- **Errores debido al medidor de potencia**

Ejemplo del calculo de error:



$$\text{Incertidumbre por desadaptación} = \pm 2 \cdot \rho_{\text{generador}} \cdot \rho_{\text{sensor}} \cdot 100 \%$$

$$\text{Incertidumbre por desadaptación} = \pm 2 \cdot 0,33 \cdot 0,083 \cdot 100 \% = \pm 5,5 \%$$

6.6.1- Cálculo de incertidumbre

Fuentes de error en la medición:

- Desadaptación = $\pm 5,5 \%$
- Factor de calibración = $\pm 1,9 \%$
- Potencia de referencia = $\pm 1,2 \%$
- Debido al Instrumento = $\pm 0,5 \%$

Calculo en el peor caso:

$$\begin{aligned} &= 5,5\% + 1,9\% + 1,2\% + 0,5\% = & \pm 9,1\% \\ &+9,1\% = 10 \cdot \log(1+0,091) = & +0,38 \text{ dB} \\ &-9,1\% = 10 \cdot \log(1-0,091) = & -0,41 \text{ dB} \end{aligned}$$

Calculo por RSS:

$$\begin{aligned} &= \sqrt{(5,5\%)^2 + (1,9\%)^2 + (1,2\%)^2 + (0,5\%)^2} = & \pm 6,0\% \\ &+6,0\% = 10 \cdot \log(1+0,060) = & +0,25 \text{ dB} \\ &-6,0\% = 10 \cdot \log(1-0,060) = & -0,27 \text{ dB} \end{aligned}$$

ANEXO 4
CAPACITACIONES DICTADAS

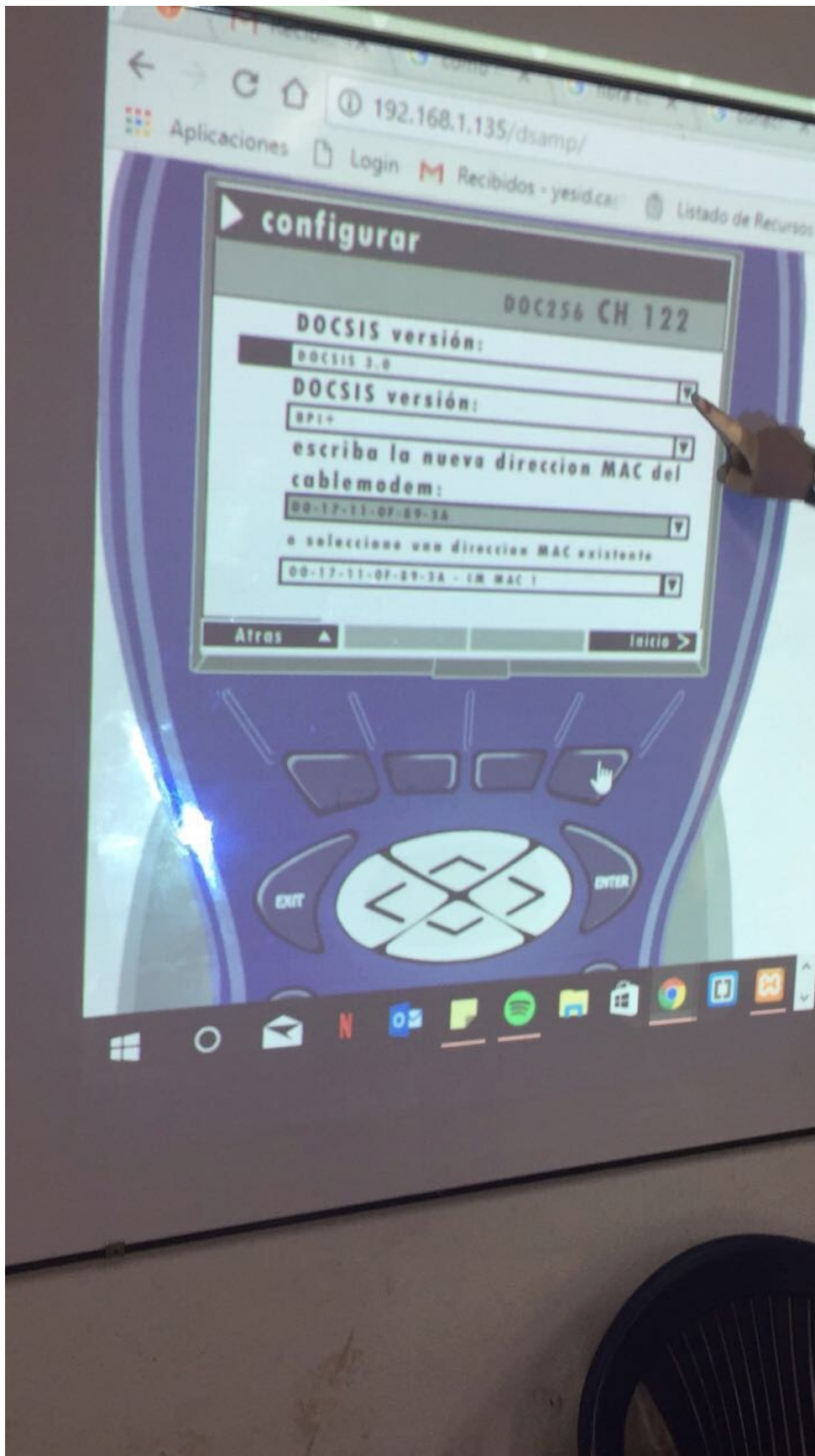
En las instalaciones del contrato de Premisas se realizaron las diferentes capacitaciones, sobre el uso y manejo del dispositivo de medición DSAM 2000; dirigida al personal técnico encargado de realizar las instalaciones de los servicios de telecomunicaciones ofrecidos por la empresa UNE EPM TELECOMUNICACIONES.

A continuación, se presenta imágenes tomadas en algunas de las capacitaciones dictadas en el transcurso del año en curso.


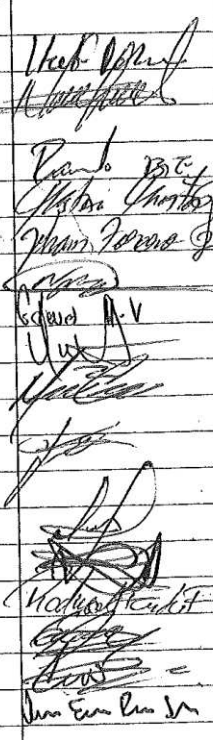




Allí se pudo identificar las funcionalidades faltantes, que usa el personal técnico. Una de ellas por ejemplo es la de la segunda función. La cual es añadida para las siguientes capacitaciones dictadas.





 Registro de Asistencia						Código: HSEQ-FO-27			
Gestión HSEQ						Versión: 06			
						Vigente: 15/02/2016			
CONTRATO/ OFICINA:									
TIPO DE EVENTO					HORARIO		DIA	MES	AÑO
Charla de 5 minutos		Capacitación	X	Inicio	6:00	15	8	17	
				Fin	8:00				
LUGAR DEL EVENTO									
Otro, cual?:						Salón de Capacitaciones Premisas			
Tema	MANEJO DE DISPOSITIVOS DE MEDICION								
Objetivo									
Contenido									
Instructor	Nombre EDWIN JAVIER MORALES ROJAS		Cargo CAPACITADOR			Empresa REDES Y EDIFICACIONES.			
PARTICIPANTES									
NOMBRE	CARGO	NÚMERO IDENTIFICACION	FIRMA						
BALLEN TIQUE WILLIAM ALEXANDER	TECNICO IR	1006087032							
RUBIANO CAICEDO HECTOR ARTURO	AUXILIAR IR	79395269							
BARRIOS PACHECO NELSON FABIAN	TECNICO IR	1127607165							
CARDENAS BARRERA CAMILO ANDRES	AUXILIAR IR	1013664675							
BEDOYA ZUÑIGA RICARDO	TECNICO IR	94480331							
CHIVATA GOMEZ CRISTHIAN ARLEX	TECNICO IR	1030607748							
FORERO JOHAN CAMLO	AUXILIAR IR	1016079476							
ROA LANCHEROS NELSON ALEJANDRO	TECNICO IR	80207103							
HERNANDEZ VEGA EDWAR EMILIO	TECNICO IR	81751033							
MURILLO FERNANDO	AUXILIAR IR	1033710019							
MENDEZ URREGO ELVIS	TECNICO IR	80057773							
MOLINA SOGAMOSO JONATHAN ESTIH	TECNICO IR	1069745923							
NEUTA BORBON JAVIER ANDRES	TECNICO IR	1022348309							
JIMENEZ GUIZA CESAR AUGUSTO	AUXILIAR IR	1012384099							
NIETO PULIDO NELSON ENRIQUE	TECNICO IR	80112502							
MARTINEZ YEISON FABIAN	AUXILIAR IR	1030650829							
FUENTES FIGUEROA RODRIGO ALBERTO	TECNICO IR	1033761689							
CAVADIA MADARRIAGA JOSE GABRIEL	AUXILIAR IR	80228124							
MANCILLA MOLINA CRISTIAN DAVID	AUXILIAR IR	1000389967							
RUBIANO LOZANO YECID EDUARDO	TECNICO IR	5821432							



Registro de Asistencia

Código: HSEQ-FO-27

Versión: 06

Gestión HSEQ

Vigente: 15/02/2016

CONTRATO/ OFICINA:

TIPO DE EVENTO				HORARIO		DIA	MES	AÑO
Charla de 5 minutos		Capacitación	X	Inicio	6:00	21	10	17
				Fin	8:00			

Otro, cual?:

LUGAR DEL EVENTO

Salón de Capacitaciones Premisas

Tema	MANEJO DE EQUIPOS DE MEDIDA		
Objetivo			
Contenido			
Instructor	Nombre EDWIN JAVIER MORALES ROJAS	Cargo CAPACITADOR	Empresa REDES Y EDIFICACIONES.

PARTICIPANTES

NOMBRE	CARGO	NÚMERO IDENTIFICACION	FIRMA
ARIAS REAL WILMER ANDRES	TECNICO IR	1024507933	
REYES PINZON CARLOS STEVEN	TECNICO IR	1022974413	
RAMIREZ APONTE JOSELIN	TECNICO IR	80162768	
BERNAL VERA VICTOR	AUXILIAR IR	80442511	Victor Bernal Vera
AMADOR SANTANDER EDINSON GREGORIO	TECNICO IR	1044909235	
BUSTOS GUZMAN MICHAEL	TECNICO IR	1014245032	
BALLEN TIQUE EDWIN FERNANDO	TECNICO IR	1006087033	Edwin Balen Tique
VILLA GRIJALBA OSCAR DAVID	TECNICO IR	1030622549	
PINZON BINAZCO JOANNY	AUXILIAR IR	80225936	
VALBUENA SAAVEDRA CARLOS ALFREDO	TECNICO IR	1033742213	Carlos Valbuena
VARGAS RODRIGUEZ SERGIO HERNAN	TECNICO IR	80208122	Sergio Vargas
ALVAREZ OROZCO CRISTIAN CAMILO	TECNICO IR	1024498807	Cristian Alvarez
ORTIZ RIVERA NIXON ALBERTO	AUXILIAR IR	79580115	
PULECIO FORERO HELBERT JESUS	TECNICO IR	19441850	Helbert Pulecio
MATEUS RUIZ CARLOS ARTURO	TECNICO IR	79975980	
ERIK VLADIMIR MARTINEZ MORA	AUXILIAR IR	11189463	
ROJAS DIAZ CRISTIAN CAMILO	TECNICO IR	1022415441	
SERRATO HERRERA CRISTIAN ANDRES	AUXILIAR IR	1033809466	Cristian Serrato
PARRA GUERRERO RICARDO YESID	AUXILIAR IR	1023004776	
LOPEZ BENITEZ CRISTIAN ANDRES	AUXILIAR IR	1023007909	
BENITEZ NIÑO JOHAN SEBASTIAN	AUXILIAR IR	1000686995	
CORTES MEZA LUIS RICAURTER	AUXILIAR IR	1033682362	Luis Cortes Meza